

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際特許願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 10 月 7 日 (07.10.2004)

PCT

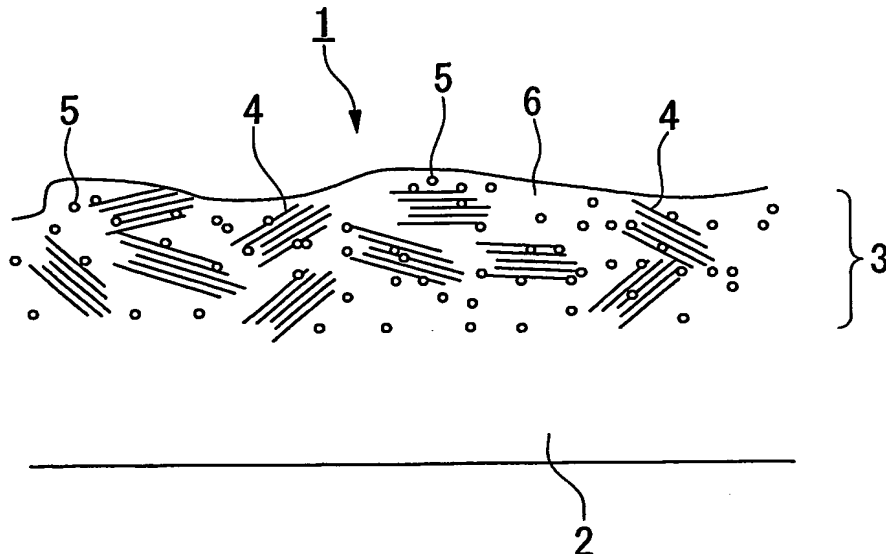
(10) 国際公開番号
WO 2004/086837 A1

- (51) 国際特許分類: H05K 9/00, H01F 1/00
特願2004-018465 2004 年 1 月 27 日 (27.01.2004) JP
特願2004-59115 2004 年 3 月 3 日 (03.03.2004) JP
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003951
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 23 日 (23.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-83335 2003 年 3 月 25 日 (25.03.2003) JP
特願2003-173428 2003 年 6 月 18 日 (18.06.2003) JP
特願2003-192361 2003 年 7 月 4 日 (04.07.2003) JP
特願2003-293927 2003 年 8 月 15 日 (15.08.2003) JP
特願2003-338422 2003 年 9 月 29 日 (29.09.2003) JP
特願2003-343627 2003 年 10 月 1 日 (01.10.2003) JP
特願2003-343631 2003 年 10 月 1 日 (01.10.2003) JP
特願2004-018466 2004 年 1 月 27 日 (27.01.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越ポリマー株式会社 (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) [JP/JP]; 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4丁目3番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川口 利行 (KAWAGUCHI, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4丁目3番5号 信越ポリマー株式会社内 Tokyo (JP). 藤木 弘直 (FUJIKI, Hironao) [JP/JP]; 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4丁目3番5号 信越ポリマー株式会社内 Tokyo (JP). 谷口 敦 (TANIGUCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4丁目3番5号 信越ポリマー株式会社内 Tokyo (JP). 権田 貴司 (GONDA, Takashi) [JP/JP]; 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4丁目

[続葉有]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC NOISE SUPPRESSOR, ARTICLE WITH ELECTROMAGNETIC NOISE SUPPRESSION FUNCTION, AND THEIR MANUFACTURING METHODS

(54) 発明の名称: 電磁波ノイズ抑制体、電磁波ノイズ抑制機能付物品、およびそれらの製造方法



(57) Abstract: An electromagnetic noise suppressor having a base (2) containing a binder and a composite layer (3) containing a magnetic body joined with a part of the binder in the base (2). Such an electromagnetic noise suppressor produces an excellent electromagnetic noise suppression effect in the quasi-microwave band, leads to space-saving, and is lightweight. The electromagnetic noise suppressor can be produced by physically evaporating a magnetic body onto the base (2) and thereby forming a composite layer (3) on the base (2). An article with an electromagnetic noise suppression function such as an electronic component, a printed wiring board, or a semiconductor integrated circuit has a surface at least part of which is covered with an electromagnetic noise suppressor of the invention is also disclosed.

[続葉有]



3 番 5 号 信越ポリマー株式会社内 Tokyo (JP). 田原和時 (TAHARA, Kazutoki) [JP/JP]; 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 4 丁目 3 番 5 号 信越ポリマー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒104-8453 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明の電磁波ノイズ抑制体は、結合剤を含有する基体2と、基体2の一部の結合剤と磁性体とが一体化してなる複合層3とを有するものである。このような電磁波ノイズ抑制体は、準マイクロ波帯域における電磁波ノイズ抑制効果に優れ、省スペースで軽量である。そして、このような電磁波ノイズ抑制体は、基体2の表面に磁性体を物理的に蒸着させて、基体2の表面に複合層3を形成することにより製造できる。また、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品は、電子部品、印刷配線板、半導体集積回路等の物品の表面の少なくとも一部が、本発明の電磁波ノイズ抑制体によって被覆されているものである。

明 細 書

電磁波ノイズ抑制体、電磁波ノイズ抑制機能付物品、およびそれらの製造方法

技術分野

本発明は、電磁波ノイズを抑制する電磁波ノイズ抑制体、電磁波ノイズ抑制機能付物品、およびそれらの製造方法に関する。

背景技術

近年、インターネット利用の普及に伴い、パソコン、情報家電、無線LAN、ブルートゥース、光モジュール、携帯電話、携帯情報端末、高度道路情報システムなど、準マイクロ波帯域（0.3～10GHz）の高いクロック周波数を持つCPUや高周波バスを利用した電子機器、電波を利用した情報通信機器が普及してきており、高速デジタル化と低電圧駆動化によるデバイスの高性能化を必要とするユビキタス社会が訪れてきている。しかしながら、これら機器の普及に伴って、これら機器から放射される電磁波がもたらす、自身あるいは他の電子機器への誤作動、人体への影響などといった電磁波障害が問題とされてきている。そのため、これら機器には、自身あるいは他の電子機器や、人体に影響を与えないように、不要な電磁波をできるだけ放出しないこと、および外部から電磁波を受けても誤作動しないことが求められている。このような電磁波障害を防止する方法としては、電磁波遮蔽材、すなわち電磁波を反射する電磁波シールド材あるいは電磁波を吸収する電磁波吸収材を利用する方法がある。

電磁波障害を防止するために、電子機器間においては、電子機器の筐体表面や電子機器間に電磁波遮蔽材を設けて電磁波を遮蔽する対策（inter-system EMC）が行われており、また、電子機器内においては、電子部品や回路が互いに影響を及ぼして誤作動を起こすのを抑制したり、処理スピードの遅れや信号波形の乱れを抑制したりするため、電子部品や回路を電磁波遮蔽材で覆う対策（intra-system EMC）が行われている。

また、最近では、電子機器内のような近傍界での環境においては、電磁波ノイ

ズ発生源である電子部品そのものに電磁波ノイズ抑制体による対策を施し、電磁波ノイズの発生を抑制すること、あるいは信号間の干渉を抑制し伝送特性を向上させること（マイクロEMC）が提案されている。

最近特に、電子機器、電子部品には、高性能化、小型化、軽量化が求められており、これらに用いられる電磁波ノイズ抑制体にも同様に、準マイクロ波帯域のように高い周波数帯域における電磁波ノイズ抑制効率がよく、小スペースで軽量であって、対策の作業が簡便で行いやすいものが求められている。

従来より行われている導体シールドでは、不要輻射源からの反射による電磁結合が助長される。よって、磁性体の磁気損失、すなわち虚数部透磁率 μ'' を利用した不要輻射の抑制が有効であるとされている。そして、軟磁性体扁平粉の厚みが表皮深さより薄く、十分なアスペクト比を有し、磁性体表面を不導体化した磁性体粉を、有機結合剤中に約95質量%加えてなる電磁波吸収体が、特開平9-93034号公報に提案されている。この電磁波吸収体は、効率のよい電磁波吸収特性を有し、可撓性を有するとされている。この実施例においては、評価にあたって銅板で裏打ちされた電磁波吸収体を用いており、この電磁波吸収体の厚みは測定用銅板込みで2mmとされている。

しかしながら、この電磁波吸収体は、その厚みが銅板込みで2mmであり、銅板を除く電磁波吸収体本体のシート厚みは1mm以上と厚く、しかも電磁波吸収体本体の95質量%が鉄などの強磁性体からなるので重く、軽量化が達成されたとはいえない。また、有機結合剤の量が少ないので堅牢性、可撓性も充分とはいえない。さらに、軟磁性体粉の扁平化や表面の不導体化に手間を要するため軟磁性体扁平粉は高価なものとなり、これを多量に用いるので電磁波吸収体も高価なものとなり、産業上満足のいくものではなかった。

また、強磁性元素およびセラミック元素をマグネトロンスパッタリングで基板上に製膜し、低温でアニールすることにより高抵抗のセラミック相中に強磁性体からなる超微結晶を析出させ、アイソレートしてなる電磁波吸収体が、特開平9-181476号公報に提案されている。この電磁波吸収体は、100MHz～10GHzの高周波帯域で、電気抵抗が高く、渦電流による電磁波の反射が抑えられ、虚数部透磁率が大きいいため優れた電磁波吸収特性を有するとされている。

この電磁波吸収体においては、セラミック相中に強磁性超微結晶を生成させるためには高温の熱処理が必要とされている。この実施例ではスライドガラス上にRFマグネトロンスパッタ法でセラミックおよび強磁性元素からなる膜を製膜し、200～350℃の熱処理をして強磁性超微結晶を形成させている。この電磁波吸収体においては、セラミック相および強磁性超微結晶相を有機フィルム上に作製することを考慮しているものの、有機フィルムとしては高耐熱有機フィルムを用いざるを得ない。高耐熱有機フィルムは価格が高く、これを用いた電磁波吸収体も高価なものとなる。さらに、仮に高耐熱有機フィルム上にこのような強磁性超微結晶相を形成させたとしても、有機フィルムと生成されたセラミックスとは熱膨張率に大きな差があり、クラックが生じやすく、可撓性や堅牢性が高いというものではない。

また、電磁波ノイズ抑制体としては、準マイクロ波帯域で、薄型の抑制体として効果のあるフェライトメッキ技術による電磁波ノイズ抑制体が提案されている（阿部正紀ら、「第131回研究会資料」、日本応用磁気学会、2003年7月4日、P25～31）。

このフェライトメッキ技術による電磁波ノイズ抑制体は、鉄、ニッケル、および亜鉛の塩化物の反応液と、硝酸ナトリウムおよび酢酸アンモニウムからなる酸化液とを、回転基板上に載せたポリイミドシート上にスピンスプレー法でメッキして、3μm厚のフェライト化合物を形成したものである。この電磁波ノイズ抑制体は、従来の金属フレーク微粒子を有機結合剤中に分散した50μm厚のシート型電磁波ノイズ抑制体と比較し、厚みが薄いにもかかわらず、同じ吸収特性を示し、小型電子機器への応用上有利とされている。

しかしながら、この電磁波ノイズ抑制体は、強磁性体の厚さが3～11μmであり、この電磁波ノイズ抑制体の1GHzにおけるパワーロス値は、厚いものでも0.2程度であり、準マイクロ波帯域の低周波部分での電磁波ノイズ抑制効果が高いというものではない。また、強磁性体の厚さが厚くなると、ポリイミド上に形成したフェライトは硬く、有機結合剤が含まれていないので、堅牢性、可撓性も充分とはいえない。さらに、湿式で加工するものであるから、不純物の洗浄や乾燥を必要とし、手間を要するため産業上満足のいくものではなかった。

また、アルミナセラミック相と、鉄やコバルトの強磁性超微結晶相とを含んでなる超微結晶磁性膜からなる電磁波ノイズ抑制体が提案されている（大沼繁弘ら、「第131回研究会資料」、日本応用磁気学会、2003年7月4日、P17～24）。この提案は、強磁性元素とセラミック元素を高周波マグネトロンスパッタリングで基板上に製膜し、低温でアニールすることにより高抵抗のセラミック相中に強磁性体からなる超微結晶を析出させ、さらに膜抵抗が上昇するようにスリットを形成し、分割してなる1 μm 厚の電磁波ノイズ抑制体に関するものであり、優れたノイズ抑制効果があるとされている。

しかしながら、この電磁波ノイズ抑制体は、従来の金属フレーク微粒子を有機結合剤中に分散した50 μm 厚のシート型電磁波ノイズ抑制体と同様の吸収特性を示し、1 GHzにおけるパワーロス値は0.2程度であり、実効的な周波数帯域で電磁波ノイズ抑制効果があるとはいえない。また、セラミック相中に強磁性超微結晶を生成させるためには熱処理が必要とされ、磁性薄膜の抵抗を大きくするため、フォトリソグラフィ法やダイシングソーでマイクロスリットを形成しなければならず、手間を要するものである。また薄膜セラミックスであるためクラックが生じやすく、可撓性や堅牢性が高いというものではない。

また、電気・電子機器には、安全性の点で、難燃性（UL 94 V-0、V-1相当またはVTM-0、VTM-1相当）が強く求められており、これらに用いられる電磁波ノイズ抑制体にも同様に、難燃性（UL 94 V-0、V-1相当またはVTM-0、VTM-1相当）が求められている。ここで、ULとは、米国Underwriters Laboratories Inc. 社が制定、認可している電気機器に関する安全性の規格であり、UL 94は難燃性の規格である。以下、UL 94 V-0、V-1、VTM-0、VTM-1相当の難燃性を単に「難燃性」と記す。

難燃性を有する電磁波吸収体として、高分子結合剤と軟磁性体粉末と燐系難燃剤とを含む塗料を支持体上に塗布して電磁波吸収層としたものが、特開2000-196281号公報に提案されている。

しかしながら、軟磁性体粉末を電磁波吸収材として用いる場合、十分な電磁波吸収性を発揮させるために多量に用いる必要があり、その量は、具体的には高分

子結合剤 5 ～ 12 質量部に対して 100 質量部である。また、軟磁性体粉末を電磁波吸収材として用いる場合、十分な電磁波吸収性を発揮させるために電磁波吸収層を厚くしなければならない。したがって、電磁波吸収層は比重が高くしかも厚いため、電磁波吸収体が重くなるという問題があった。また、電磁波吸収層を支持体上に設けるため、電磁波吸収体が厚くなり、省スペース化が図りにくいという問題もあった。さらに、軟磁性体粉末は金属粉末であるため、発熱、発火しやすい。したがって、電磁波吸収体が十分な難燃性を発揮するためには、難燃剤を多量に添加しなければならないという問題もあった。また、軟磁性体粉末がほとんどで、高分子結合剤がわずかであるので、可撓性がなく、脆いという問題があった。

また、難燃性を有する電磁波吸収体として、フェライト粉末または軟磁性金属粉を樹脂に混合した電磁波吸収体と、難燃性を有する難燃材とを積層した電磁波吸収体シートが、特開 2002-84091 号公報に提案されている。

しかしながら、フェライト粉末または軟磁性金属粉を電磁波吸収材として用いる場合、十分な電磁波吸収性を発揮させるために多量に用いる必要があり、その量は、通常、電磁波吸収体中 90 質量% 前後である。また、フェライト粉末または軟磁性金属粉を電磁波吸収材として用いる場合、十分な電磁波吸収性を発揮させるために電磁波吸収体を厚くしなければならない。したがって、電磁波吸収体は比重が高くしかも厚いため、重くなるという問題があった。また、電磁波吸収体が厚いため、省スペース化が図りにくいという問題もあった。さらに、フェライト粉末や軟磁性金属粉は、発熱、発火しやすいため、単に難燃性を有する難燃材を貼り合わせただけでは、十分な難燃性を発揮できない場合もあった。また、フェライト粉末または軟磁性金属粉がほとんどで、樹脂がわずかであるので、可撓性がなく、脆いという問題があった。

また、電磁障害を抑制する電磁波干渉抑制体として、導電性支持体と、該導電性支持体の少なくとも一方面に設けられた絶縁性軟磁性体層とを有し、該絶縁性軟磁性体層が軟磁性体粉末と有機結合剤とを含む電磁波干渉抑制体が、特開平 7-212079 号公報に提案されている。

しかしながら、この電磁波干渉抑制体では、電磁波干渉抑制体自体の厚みが厚

く、しかも磁性体を絶縁性軟磁性体層の全領域にわたって多量に含むので重く、軽量化が達成されたとはいえない。また、有機結合剤の量が少ないので堅牢性、可撓性も充分とはいえず、高密度実装化を図るうえで満足のいくものではなかった。

よって本発明の目的は、準マイクロ波帯域における電磁波ノイズ抑制効果に優れ、省スペースで軽量である電磁波ノイズ抑制体；電磁波ノイズが抑制された電子部品、印刷配線板等の物品；および、これらを容易に製造できる製造方法を提供することにある。

また、本発明の目的は、さらに、可撓性があり、強度が高い電磁波ノイズ抑制体を提供することにある。

また、本発明の目的は、さらに、十分な難燃性を有する電磁波ノイズ抑制体を提供することにある。

また、本発明の目的は、さらに、電磁波遮蔽性能を兼ね備えた電磁波ノイズ抑制体を提供することにある。

発明の開示

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、結合剤を含有する基体と、前記基体の一部の結合剤と磁性体とが一体化してなる複合層とを有することを特徴とするものである。このような電磁波ノイズ抑制体は、準マイクロ波帯域における電磁波ノイズ抑制効果に優れ、省スペースで軽量である。

ここで、前記複合層は、前記基体表面に磁性体を物理的に蒸着させてなる層であることが望ましい。このような複合層は、磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化しており、電磁波ノイズ抑制効果の高い複合層となる。また、不純物イオンが存在せず、これら不純物イオンによる電子回路の損傷の恐れがなくなる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、複合層の厚さあたりの電磁波最大透過減衰量が、 $-0.5 \sim -500 \text{ dB}/\mu\text{m}$ であることが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、複合層において磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化したことを示しており、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる。

また、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、電磁波最大透過減衰量が、 $-10 \sim -50$ dBであることが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる。

さらに、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、電磁波最大透過減衰量を示す周波数における最大反射減衰量が、 $-6 \sim -50$ dBであることが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、1 GHzにおけるパワーロス値が $0.3 \sim 0.65$ であることが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる。

前記複合層の厚さは、好ましくは $0.005 \sim 20 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $0.005 \sim 3 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $0.005 \sim 1 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは、 $0.005 \sim 0.3 \mu\text{m}$ である。このような電磁波ノイズ抑制体は、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れ、さらなる省スペース化、軽量化を図ることができる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、比重が $0.9 \sim 1.5$ であることが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、複合層が十分に薄く、かつ複合層において磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化したことを示しており、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、電磁波ノイズ抑制体を複数積層したものであってもよい。このような電磁波ノイズ抑制体は、磁性体の総量が増え、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる。

前記結合剤は、樹脂またはゴムであることが望ましい。結合剤を樹脂またはゴムとすることにより、可撓性があり、強度が高い電磁波ノイズ抑制体を得られる。

もしくは、前記結合剤は、硬化性樹脂であることが望ましい。結合剤が硬化性樹脂であれば、磁性体が未硬化の結合剤中により均一に分散し、かつ結合剤が硬化した後は、磁性体が結晶化し微粒子に成長することではなく、結合剤と磁性体が原子状態で一体化した複合層とすることができる。

前記結合剤の剪断弾性率は、好ましくは $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^{10}$ Pa、より好ましくは $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^7$ Paである。結合剤の剪断弾性率をこの範囲と

することにより、磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化して、電磁波ノイズ抑制効果の高い複合層となる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、熱伝導性充填剤を含有する熱伝導層をさらに有することが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、放熱性に優れる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、支持体層をさらに有することが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、複合層を形成する基体を薄くしても、可撓性に優れ、強度が高く、取り扱いやすい。

前記基体は、非ハロゲン系でありかつ非アンチモン系である難燃剤（以下、非ハロゲン非アンチモン系難燃剤と記す）を含有することが望ましい。このような基体を有する電磁波ノイズ抑制体は、十分な難燃性を有する。

もしくは、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、難燃性樹脂層をさらに有することが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、十分な難燃性を有する。

また、前記基体は、導電性充填剤を含有することが望ましい。このような基体を有する電磁波ノイズ抑制体は、電磁波遮蔽性能を兼ね備えたものとなり、電磁波の反射による電磁結合を助長させることがない。

ここで、前記導電性充填剤は、金属粉、金属繊維、金属被覆微粒子、カーボン微粒子、およびカーボンナノチューブからなる群から選ばれる少なくとも1種類の導電性微粉末であることが望ましい。このような導電性微粉末を含有する基体は、電磁波遮蔽性能にさらに優れる。

もしくは、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、導電体層をさらに有することが望ましい。このような電磁波ノイズ抑制体は、電磁波遮蔽性能を兼ね備えたものとなり、電磁波の反射による電磁結合を助長させることがない。

ここで、前記導電体層は、金属箔、金属繊維布、導電繊維布、金属線編組体、導電繊維編組体、導電性充填剤の分散された有機高分子層、および導電性フィルムから選ばれる少なくとも1種であることが望ましい。このような導電体層を有する電磁波ノイズ抑制体は、電磁波遮蔽性能にさらに優れる。

また、前記導電性フィルムは、支持フィルムと、該支持フィルムに金属が物理蒸着されてなる厚さ5～500nmの金属層とからなることが望ましい。このような導電性フィルムを有する電磁波ノイズ抑制体は、可撓性に優れ、しかも省ス

ペース化、軽量化を図ることができる。

さらに、前記金属層は、対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法によって形成されたものであることが望ましい。対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法は、環境保全、生産性の面で優れる。

また、前記基体は、誘電体粉末を含有することが望ましい。このような基体を有する電磁波ノイズ抑制体は、空間とのインピーダンス整合が図られ、電磁波の不要輻射の反射が起こりにくい。

ここで、前記誘電体粉末は、チタン酸バリウム系セラミック、チタン酸ジルコン酸系セラミック、および鉛ペロプスカイト系セラミックからなる群から選ばれる少なくとも1種であることが望ましい。このような誘電体粉末を含有する基体は、不要輻射の反射を抑制する効果にさらに優れる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体の製造方法は、結合剤を含有する基体表面に磁性体を物理的に蒸着させて、基体表面に複合層を形成する蒸着工程を有することを特徴とする。このような製造方法によれば、結合剤と磁性体が一体化してなる複合層を有する本発明の電磁波ノイズ抑制体を、容易に製造することができる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体の製造方法においては、対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法によって、結合剤を含む基体表面に磁性体を物理的に蒸着させることが望ましい。このような製造方法によれば、磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化することにより、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる電磁波ノイズ抑制体を、容易に製造することができる。

また、本発明の電磁波ノイズ抑制体の製造方法においては、結合剤を含む基体表面に磁性体を粒子エネルギー5～1000 eVで物理的に蒸着させることが望ましい。このような製造方法によれば、磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化することにより、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる電磁波ノイズ抑制体を、容易に製造することができる。

さらに、本発明の電磁波ノイズ抑制体の製造方法においては、磁性体の蒸着質量は、磁性体単品の膜厚換算値で0.5～200 nmであることが望ましい。このような製造方法によれば、磁性体が結合剤中に分散し、結合剤と磁性体が一体化することにより、電磁波ノイズ抑制効果にさらに優れる電磁波ノイズ抑制体を

製造することができる。

本発明の別の電磁波ノイズ抑制体の製造方法は、結合剤を含有する基体に他の層を積層して積層体を製造する積層体製造工程と、基体表面に磁性体を物理的に蒸着させて、基体表面に複合層を形成する蒸着工程とを有することを特徴とする。このような製造方法によれば、結合剤と磁性体が一体化してなる複合層および他の層を有する本発明の電磁波ノイズ抑制体を、容易に製造することができる。

本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品は、物品の表面の少なくとも一部が、本発明の電磁波ノイズ抑制体によって被覆されていることを特徴とするものである。このような電磁波ノイズ抑制機能付物品は、ノイズ発生源の近傍に電磁波ノイズ抑制体をコンパクトに配置し、準マイクロ波帯域の電磁波ノイズを効率よく抑制することができる。

本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品の製造方法は、物品の表面の少なくとも一部を結合剤で被覆する被覆工程と、結合剤に磁性体を物理的に蒸着させて、結合剤表面に複合層を形成する蒸着工程とを有する方法である。このような製造方法によれば、準マイクロ波帯域の電磁波ノイズを効率よく抑制することができる。電磁波ノイズ抑制機能付物品を容易に製造することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の電磁波ノイズ抑制体における複合層の高分解能透過型電子顕微鏡像である。

図2は、複合層の近傍の一例を示す模式図である。

図3は、磁性体が物理的に蒸着された基体の断面状態のSEM像である。

図4は、磁性体が物理的に蒸着された基体の表面状態のレーザー顕微鏡画像である（鳥瞰図、一辺が $73.5\mu\text{m}$ ）。

図5は、磁性体が物理的に蒸着された基体の断面形状を計測したレーザー顕微鏡画像である。

図6は、磁性体が物理的に蒸着される前の基体の表面状態のレーザー顕微鏡画像である（鳥瞰図、一辺が $73.5\mu\text{m}$ ）。

図7は、磁性体が物理的に蒸着される前の基体の断面形状を計測したレーザー

顕微鏡画像である。

図 8 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の一例を示す概略断面図である。

図 9 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 10 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 11 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 12 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 13 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 14 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 15 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 16 は、本発明の電磁波ノイズ抑制体の他の例を示す概略断面図である。

図 17 は、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品の一例であるカメラモジュールの鳥瞰図である。

図 18 は、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品の一例であるカメラモジュールの断面図である。

図 19 は、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品の一例である電子部品を搭載した印刷配線板の断面図である。

図 20 は、電磁波ノイズ抑制特性の測定装置を示す概略図である。

図 21 は、入射電磁波量を基準（0）とした、実施例 5 の周波数範囲 0.05 ～ 3 GHz における電磁波ノイズ抑制体の透過減衰量と反射減衰量を示すグラフである。

図 22 は、入射電磁波量を基準（0）とした、実施例 6 の周波数範囲 0.05 ～ 18 GHz における電磁波ノイズ抑制体の透過減衰量と反射減衰量を示すグラフである。

図 23 は、入射電磁波量を基準（0）とした、実施例 7 の周波数範囲 0.05 ～ 18 GHz における電磁波ノイズ抑制体の透過減衰量と反射減衰量を示すグラフである。

図 24 は、入射電磁波量を基準（0）とした、比較例 2 の周波数範囲 0.05 ～ 3 GHz における電磁波ノイズ抑制体の透過減衰量と反射減衰量を示すグラフである。

図25は、入射電磁波量を基準（0）とした、比較例3の周波数範囲0.05～1.8GHzにおける電磁波ノイズ抑制体の透過減衰量と反射減衰量を示すグラフである。

図26は、入射電磁波量を基準（0）とした、比較例4の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体の透過減衰量と反射減衰量を示すグラフである。

図27は、実施例8の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性を示すグラフである。

図28は、実施例9の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性を示すグラフである。

図29は、実施例10の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性を示すグラフである。

図30は、比較例5の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性を示すグラフである。

図31は、比較例6の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性を示すグラフである。

図32は、比較例7の周波数範囲0.05～3GHzにおける電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性を示すグラフである。

図33は、実施例17の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズの反射減衰量の周波数特性を示すグラフである。

図34は、実施例17の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズのパワーロス値の周波数特性を示すグラフである。

図35は、実施例18の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズの反射減衰量の周波数特性を示すグラフである。

図36は、実施例18の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズのパワーロス値の周波数特性を示すグラフである。

図37は、実施例19の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズの反射減衰量の周波数特性を示すグラフである。

図38は、実施例19の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズのパワーロ

ス値の周波数特性を示すグラフである。

図39は、実施例20の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズの反射減衰量の周波数特性を示すグラフである。

図40は、実施例20の電磁波ノイズ抑制体における、伝導ノイズのパワーロス値の周波数特性を示すグラフである。

図41は、比較例11における、伝導ノイズの反射減衰量の周波数特性を示すグラフである。

図42は、比較例11における、伝導ノイズのパワーロス値の周波数特性を示すグラフである。

図43は、実施例17、18、19、20および比較例11、12の電磁波ノイズ抑制体をマイクロスループ法で測定した放射ノイズの内部減結合率のレベルを示すグラフである。

図44は、実施例17、18、19、20および比較例11、12の電磁波ノイズ抑制体をマイクロスループ法で測定した放射ノイズの相互減結合率のレベルを示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を詳しく説明する。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、結合剤を含有する基体と、前記基体の一部の結合剤と磁性体とが一体化してなる複合層とを有するものである。

より具体的には、図1の高分解能透過型電子顕微鏡像や、電子顕微鏡像の模式図である図2に示すように、電磁波ノイズ抑制体1は、結合剤を含有する基体2と、磁性体が原子状となって、基体2の一部の結合剤の分子と混ぜ合わせられた状態になっている複合層3とから構成される。

<複合層>

複合層3は、例えば、基体2表面に磁性体を物理的に蒸着させてなる層であり、物理的に蒸着された磁性体が均質膜を形成することなく、原子状態で結合剤中に分散一体化してなるものである。

複合層3は、図2に示すように、非常に小さな結晶として数Å間隔の磁性体原

子が配列された結晶格子4が観察される部分と、非常に小さい範囲で磁性体が存在しない結合剤6のみが観察される部分と、磁性体原子5が結晶化せず結合剤中に分散して観察される部分からなっている。すなわち、磁性体が明瞭な結晶構造を有する微粒子として存在を示す粒界は観察されず、ナノオーダーで磁性体と結合剤が一体化した複雑なヘテロ構造（不均質・不斉構造）を有しているものと考えられる。

複合層3の厚さは、基体2の表層に磁性体原子が浸入した深さであり、磁性体の蒸着質量、結合剤材質、物理的蒸着の条件などに依存し、およそ磁性体の蒸着厚さの1.5～3倍程となる。ここで、磁性体の蒸着厚さとは、磁性体原子が侵入することのない硬い基体上に磁性体原子を物理的蒸着させた際の膜厚を意味する。

また、複合層3の厚さは、断面の透過型電子顕微鏡像や走査電子顕微鏡（SEM）像から算出できる。図3に磁性体が物理的に蒸着された基体の断面状態のSEM像を示す。これは、後述の表面の突起状部を除く、ベース部分の断面を観察したものであり、約45質量%の湿式シリカなどの無機フィラーを含む弾性体に、膜厚換算で30nmの磁性体を蒸着することにより、表層に40nm（0.04μm）厚の複合層（中央の白い横線）が形成されている。

複合層3の厚さを0.005μm以上とすることにより、磁性体原子の結合剤との分散一体化ができ、形状異方性に由来する高周波領域での大きな損失特性を有するものと思われ、十分な電磁波ノイズ抑制効果を発揮させることができる。一方、複合層の厚さが20μmを超えると、明瞭な結晶構造を経て均質な磁性体膜が形成され、バルクの磁性体に戻ってしまい形状異方性が減少し、電磁波ノイズ抑制効果も小さくなり、実効的ではない。それ故、複合層3の厚さは好ましくは3μm以下、より好ましくは1μm以下、さらに好ましくは0.3μm以下である。

磁性体が均質膜を形成するように蒸着されていると、磁性体の固有抵抗が小さいため、渦電流が発生して、磁性体の電磁波ノイズ抑制効果がなくなり、むしろ反射機能がでてくるため、電子回路や電子部品からの電磁波ノイズを抑制できずに、反射してしまい、電子回路等に逆に影響を与えてしまう。したがって、磁性

体を基体 2 上に物理的に蒸着する場合は、均質な磁性体膜を形成しないようにすることがよい。複合層 3 の表面抵抗（直流抵抗）はおおよそ $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^{10} \Omega / \square$ であることが好ましい。

<基体>

（結合剤）

基体 2 の主成分である結合剤は、特に限定されないが、例えば、ポリオレフィン系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリエーテル系樹脂、ポリケトン系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリシロキサン系樹脂、フェノール系樹脂、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、ポリアクリレート樹脂などの樹脂や、天然ゴム、イソpreneゴム、ブタジエンゴム、スチレンブタジエンゴムなどのジエン系ゴム、ブチルゴム、エチレンプロピレンゴム、ウレタンゴム、シリコーンゴムなどの非ジエン系ゴム等の有機物が挙げられる。これらは熱可塑性であってもよく、熱硬化性であってもよく、その未硬化物であってもよい。また、上述の樹脂、ゴムなどの変性物、混合物、共重合物であってもよい。

また、結合剤は、後述する低い剪断弾性率を有する無機物であってもよく、アエロゲル、発泡シリカなどの空隙部が大きく、超微粒子の捕獲が行える硬度を有するものであればこれも用いることができる。また前記有機物との複合物であっても構わない。

中でも、結合剤としては、結合剤への磁性体原子の入り込みやすさの点で、後述する磁性体の物理的蒸着に際してその剪断弾性率が低いものが好ましく、具体的には、剪断弾性率が、 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^{10} \text{ Pa}$ のものが好ましく、 $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^7 \text{ Pa}$ のものがより好ましい。ここで、剪断弾性率は、J I S K 6 2 5 4 に準拠して常温で測定した値である。所望の剪断弾性率にするために、必要に応じて、例えば $100 \sim 300^\circ \text{C}$ に結合剤を加熱することもできるが、分解や蒸発が起きない温度に加熱することが必要である。常温で物理的蒸着を行う場合には、結合剤としては、ゴム硬度が約 80° （J I S - A）以下の弾性体が好ましい。

結合剤の剪断弾性率が低いと、基体 2 への磁性体の物理的蒸着時に、磁性体原子が基体 2 内に侵入、あるいは磁性体原子の衝突による結合剤の変形や流動によ

り、基体表層に磁性体原子が分散しやすくなる。

図4は、磁性体を蒸着した基体の表面状態を示すレーザー顕微鏡画像であり、表面には凹凸が見られる。図5では、その断面形状を計測しており、突起の高さは約 $6 \mu\text{m}$ である。一方、図6は、蒸着前の基体の表面状態を示すレーザー顕微鏡画像であるが、蒸着前の表面は平坦である。図7では、その断面形状を計測しており、平均表面粗さは $0.05 \mu\text{m}$ である。図4～図7から、蒸着により、基体が変形や流動を起こしていることが伺われる。

また、結合剤としては、前記したヘテロ構造を維持する点から、磁性体の物理的蒸着の後には、剪断弾性率が高いものが好ましい。磁性体の物理的蒸着の後に結合剤の剪断弾性率を高くすることにより、ナノオーダーの磁性体原子あるいはクラスターが凝集して結晶化し、微粒子に成長することを確実に防止できる。具体的には、電磁波ノイズ抑制体が使用される温度範囲で、 $1 \times 10^7 \text{ Pa}$ 以上のものが好ましい。所望の剪断弾性率にするために、磁性体の物理的蒸着の後に結合剤を架橋することが好ましい。

この点においては、結合剤としては、蒸着時には低弾性率であり、蒸着後に架橋して弾性率を上げることができることから、熱硬化性樹脂、エネルギー線（紫外線、電子線）硬化性樹脂が好適である。

また、磁性体原子が入り込みやすい分子間空隙の広さを示す指標として、ガス透過率を用いることができる。本来であれば、磁性体原子の大きさと同等のアルゴンガス、クリプトンガスの透過率によって結合剤の分子間空隙を確認することが好ましいが、これらガスはガス透過率の測定には一般的でないため、例えば炭酸ガスの透過率データで代用することができる。常温における炭酸ガス透過率の大きな樹脂としては、炭酸ガス透過率が $1 \times 10^{-9} [\text{cm}^3 (\text{STP}) \text{ cm} / (\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})]$ 以上のポリフェニレンオキサイド、ポリメチルペンテン、ナイロン11、ハイインパクトポリスチレンなどのゴム成分と他の成分との混合物や共重合体、 $1 \times 10^{-8} [\text{cm}^3 (\text{STP}) \text{ cm} / (\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})]$ 以上のポリブタジエン、ポリイソプレン、スチレンブタジエンゴム、シリコーンゴムなどが挙げられる。中でも、剪断弾性率の点から、シリコーンゴムなどのゴム類は特に好ましい。

また、結合剤としては、磁性体原子の酸化を防止する観点からは、酸素透過性の低い樹脂が好ましく、酸素透過率が 1×10^{-10} [cm^3 (STP) $\text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})$] 以下のポリエチレン、ポリトリフルオロクロロエチレン、ポリメチルメタクリレートなどや、さらには 1×10^{-12} [cm^3 (STP) $\text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})$] 以下のポリエチレンテレフタレート、ポリアクリロニトリルなどを挙げることができる。

さらに、プラズマ化あるいはイオン化された磁性体原子が、結合剤と一部反応し、安定化するように、結合剤中にシランカップリング剤、チタネートカップリング剤、ノニオン系界面活性剤、極性樹脂オリゴマーなどを配合してもよい。このような添加剤を配合することにより、酸化防止のほか、原子の凝集によるところの均質膜の形成を防止して、均質膜による電磁波の反射を防止し、吸収特性を改善することができる。

また、基体2表面に物理的な凹凸を付加的に加工することがよい。その平均面粗さ R_a はおよそ $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましい。この凹凸付加加工にあたっての加工法は特に限定されるものではないが、例えば、サンドブラスト、エッチングなどや、粗面の転写により形成する方法が挙げられる。

さらに、発泡体は内部に空隙を有するため、基体として都合がよい。発泡体としては、微細なセルで、連続気泡になっており、表面にスキン層のないものがよい。セル径がおおよそ $100 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下の発泡体が好ましい。空孔率は $5 \sim 50\%$ 程度が好ましい。

(非ハロゲン非アンチモン系難燃剤)

本発明の電磁波ノイズ抑制体に難燃性を持たせるために、基体2に非ハロゲン非アンチモン系難燃剤を含有させてもよい。

難燃剤は、ハロゲン元素およびアンチモン元素を含まないものを必須とする。ハロゲン元素やアンチモン元素を含む化合物は、環境負荷物質として問題視されてきており、近年では、環境に配慮したハロゲン／アンチモンフリーの製品が不可欠となっている。

なお、非ハロゲン材料といえども、ハロゲン元素が全くゼロであるとは言い切れない。これは、自然環境には塩素が存在するため、また、材料の合成プロセス

でハロゲン系化合物、例えばエポキシ樹脂ではエピクロルヒドリンを使用するため、材料を精製しても不純物レベルのハロゲン元素の残留があり、これをゼロにすることは非常に困難であるからである。よって、本発明においては、JPCA規格のハロゲンフリー銅張積層板試験方法（JPCA-E S-01）で規定された塩素含有量、臭素含有量ともに0.09%以下のものを「ハロゲン元素を含まない」（ハロゲンフリー）と定義する。

非ハロゲン非アンチモン系難燃剤としては、公知のものを使用でき、液状および固体状のものいずれでもよい。非ハロゲン非アンチモン系難燃剤は、結合剤である樹脂、ゴム等の種類によって適宜選択される。非ハロゲン非アンチモン系難燃剤としては、例えば、リン系難燃剤、窒素系難燃剤、金属水酸化物、金属酸化物、シリコン系難燃剤、白金化合物などが挙げられる。

リン系難燃剤としては、例えば、トリフェニルフォスフェート、トリクレジルフォスフェート、トリキシレニルフォスフェート、トリエチルフォスフェート、クレジルフェニルフォスフェート、キシレニルジフェニルフォスフェート、クレジル（ジ2, 6-キシレニル）フォスフェート、2-エチルヘキシルジフェニルフォスフェート、ジメチルメチルフォスフェート、赤リン、黄リン等が挙げられる。

窒素系難燃剤としては、例えば、スルファミン酸グアニジン、リン酸グアニジン等のグアニジン系難燃剤；リン酸グアニル尿素等のグアニル尿素系難燃剤；硫酸メラミン、ポリリン酸メラミン等のメラミン系難燃剤などが挙げられる。

また、リンと窒素を構成元素とする二重結合を有する化合物である、フォスファゼン系難燃剤も用いることができる。フォスファゼン系難燃剤としては、例えば、プロポキシフォスファゼン、フェノキシフォスファゼン、アミノフォスファゼン等のフォスファゼン化合物が挙げられる。

金属水酸化物としては、例えば、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、ドロマイト、ハイドロタルサイト、水酸化カルシウム、水酸化バリウム、水酸化ジルコニウム、酸化錫の水和物等が挙げられる。これら以外の無機系難燃剤としては、例えば、アルミニウム、鉄、チタン、マンガン、亜鉛、モリブデン、コバルト、ビスマス、クロム、ニッケル、銅、タングステン、錫等の金属粉；シリカ

、酸化アルミニウム、酸化鉄、酸化チタン、酸化マンガン、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、酸化モリブデン、酸化コバルト、酸化ビスマス、酸化クロム、酸化錫、酸化ニッケル、酸化銅、酸化タングステン等の金属酸化物；ホウ酸亜鉛、メタホウ酸亜鉛、メタホウ酸バリウム、炭酸亜鉛、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、炭酸バリウム等が挙げられる。

シリコン系難燃剤としては、例えば、エポキシ基やメタクリル基を有するシリコンパウダー等が挙げられる。

白金化合物としては、例えば、ヘキサクロロ白金（IV）酸、ジニトロジアミン白金（II）、テトラアミンジクロロ白金（II）等が挙げられる。

また、難燃剤としては、結合剤に単に添加する、いわゆる添加型難燃剤だけではなく、結合剤の骨格と分子反応し、結合剤に難燃元素、例えば窒素やリンを含む化合物を導入する反応型難燃剤を用いてもよい。

難燃剤には、フレーミングに効果があるタイプと、グローイングに効果があるタイプがあり、必要に応じて複数種類の難燃剤を併用して用いると効果的である。なお、難燃剤は難燃性を電磁波ノイズ抑制体に付与する一方、電磁波ノイズ抑制体の他の特性を低下させることがあるので、特性のバランスを考慮し、難燃剤の種類と添加量を適宜設定する必要がある。

非ハロゲン非アンチモン系難燃剤の添加量は、結合剤の種類、難燃剤の種類によって異なる。例えば、リン系難燃剤の場合、結合剤100質量部に対して0.5～20質量部が好ましく、金属水酸化物の場合、結合剤100質量部に対して50～300質量部が好ましく、白金化合物の場合、結合剤100質量部に対して0.01～1質量部が好ましい。非ハロゲン非アンチモン系難燃剤の添加量が少なすぎると、電磁波ノイズ抑制体の難燃性が不十分となるおそれがあり、非ハロゲン非アンチモン系難燃剤の添加量が多すぎると、所望の結合剤の剪断弾性率が得られなかったり、結合剤自体の機械的強度、例えば引き裂き強度、引っ張り強度が低下したりするおそれがある。

非ハロゲン非アンチモン系難燃剤を基体2に含む電磁波ノイズ抑制体は、十分な難燃性を発揮する。さらに、複合層3においては磁性体が原子状態で結合剤と一体化しているので、従来の磁性体粉末を結合剤に分散させた電磁波ノイズ抑制

体のように磁性体粉末による触媒作用や熱伝導性の向上により燃焼性が促進され、自己消火性が低下するといった現象を抑制することができる。そのため、非ハロゲン非アンチモン系難燃剤の量は、従来の電磁波ノイズ抑制体に比べ大幅に減らすことが可能となる。

(導電性充填剤)

本発明の電磁波ノイズ抑制体に、電磁波ノイズの反射効果であるシールド特性を発現させるために、基体2に導電性充填剤を含有させてもよい。図8に示す電磁波ノイズ抑制体10は、支持体層8と、支持体層8の上に積層された基体2と、磁性体が原子状となって基体2の一部と混ぜ合わされた状態の複合層3とから構成されている。基体2において、結合剤6に誘電体粉末11および導電性充填剤12が分散している。

導電性充填剤12は、金属粉、金属繊維、金属被覆微粒子、カーボン微粒子、カーボンナノチューブからなる群から選ばれる少なくとも1種類の導電性微粉末であることが、シールド特性のさらなる向上のために好ましい。

導電性充填剤12の形状は、材料の種類によって異なるが、金属粒子の不定形であるものや、カーボンナノチューブのような針状形状や、ストラクチャー構造をなす球状のカーボンであってもよく、分散添加によって導電性が発現されるものであれば特に限定されない。導電充填剤12の大きさは、粒子状や不定形のものであれば、その粒子径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、繊維形状のものであればその繊維径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。それぞれの大きさを超えると基体2の厚みが増大し、薄型化に不利となる。

導電性充填剤12の分散添加量は、基体2（ $100\text{ vol}\%$ （体積％））中、 $10\sim 50\text{ vol}\%$ が好ましい。 $10\text{ vol}\%$ 未満では、導電性の安定な発現が難しく、 $50\text{ vol}\%$ を超えると基体2の剪断弾性率が増大し、磁性体との一体化による複合層3の形成が困難となる。

導電性充填剤12を含む基体2の固有体積抵抗率（「固有抵抗値」という場合がある）（JIS K 7194）は、 $500\text{ }\Omega\text{cm}$ 以下が好ましい。さらには、 $50\text{ }\Omega\text{cm}$ 以下であることが好ましい。

図8に示す電磁波ノイズ抑制体においては、複合層3が電子部品、回路自体か

ら発生する伝導ノイズを抑制し、基体 2 に分散添加された導電性充填剤 1 2 が電子部品外部の基板等からの放射ノイズを遮蔽し、不要輻射の反射による電磁結合の増大化を抑制する。

(誘電体粉末)

電磁波の不要輻射の反射を抑制するために、基体 2 に導電体粉末 1 1 を含有させてもよい。

誘電体粉末 1 1 としては、高周波領域での誘電率が大きく、かつ誘電率の周波数特性が比較的平坦なものが好ましい。誘電体粉末 1 1 の分散添加により、空間とのインピーダンス整合が図られるために、電磁波の不要輻射の反射が起こり難くなる。

誘電体粉末 1 1 としては、チタン酸バリウム系セラミック、チタン酸ジルコン酸系セラミック、鉛ペロブスカイト系セラミックから選ばれる少なくとも 1 種類の誘電体粉末を用いることが、不要輻射の反射を抑制する性能の向上のために好ましい。

誘電体粉末 1 1 の粒子形状は特に限定されないが、ほぼ球状のものが好ましい。また、誘電体粉末 1 1 の粒子径は、 $5\ \mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $5\ \mu\text{m}$ を超えると、基体への分散添加量が確保できなくなるとともに薄型化に不利となる。より好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$ 以下がよい。

誘電体粉末 1 1 の分散添加量は、基体 2 (100 vol %) 中、5~50 vol %が好ましく、5 vol %未満では、高周波領域での誘電損失の効果が発現されず、50 vol %を超えると基体 2 の剪断弾性率が増大し、磁性体との一体化される複合層 3 の形成が困難となる。

また、誘電体粉末 1 1 と導電性充填剤 1 2 とを併用して分散添加する場合には、それぞれの効果を発現する添加量とすればよいが、誘電体粉末 1 1 と導電性充填剤 1 2 の合計の分散添加量は、基体 2 (100 vol %) 中、50 vol %以下が好ましい。50 vol %を超えると基体 2 の剪断弾性率が増大し、磁性体との一体化による複合層 3 の形成が困難となる。

(他の添加剤)

このほか、結合剤に、補強性フィラー、分散剤、老化防止剤、酸化防止剤、着

色剤、チクソトロピー性向上剤、可塑剤、滑剤、帯電防止剤、耐熱向上剤、紫外線吸収剤などを適宜添加して構わないが、硬質なものを配合すると、磁性体原子がこれに衝突し、十分な分散が行われなことがあるので、注意が必要である。このほか、磁性体を蒸着後、さらに酸化ケイ素や窒化ケイ素の蒸着を施して、耐環境特性を改善することも可能である。

＜支持体層＞

基体 2 が単独では薄い、あるいは使用温度域での剪断弾性率が小さくて、ハンドリングが困難な場合は、図 9 に示すように、支持体層 8 を設けることができる。支持体層 8 は、基体 2 と同等のものであってもよく、または、金属箔や可撓性のあるセラミックス箔などであってもよい。また、支持体層 8 は、基体 2 を構成する結合剤 6 より剛性が高く、剪断弾性率の高いものがよい。支持体層 8 としては薄いものがよく、その厚さは $50\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $25\ \mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。

＜熱伝導層＞

本発明の電磁波ノイズ抑制体に放熱性を持たせるために、熱伝導層を設けてもよい。

熱伝導層は、例えば、熱伝導性充填剤を含有するシートである。熱伝導性充填剤としては、銅やアルミニウム等の金属、アルミニウムやインジウムなどの低融点合金、アルミナ、シリカ、マグネシア、ベンガラ、ペリリア、チタニア等の金属酸化物、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素等の金属窒化物、あるいは炭化ケイ素などを用いることができるが、特にこれらに限定されるものではない。

熱伝導性充填剤の平均粒子径は $0.1\sim 100\ \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1\sim 50\ \mu\text{m}$ であることがより好ましい。平均粒子径が $0.1\ \mu\text{m}$ 未満の場合には、粒子の比表面積が大きくなりすぎて高充填化が困難となる。平均粒子径が $100\ \mu\text{m}$ を超える場合には、熱伝導層の表面に微小な凹凸が現れ、熱的な接触抵抗が大きくなるおそれがある。

熱伝導性充填剤の含有量は、充填剤の種類にもよるが $10\sim 85\ \text{vol}\%$ とすることが好ましい。 $10\ \text{vol}\%$ 未満では、必要とする熱伝導性が得られない場

合があり、85vol%を超えると、シートが非常に脆いものになってしまうおそれがある。

熱伝導層を構成するシートの材質は、特に限定されるものではないが、耐熱性、耐候性等の点からシリコンゴム、ウレタンゴム等が好ましく用いられる。熱伝導層を有する電磁波ノイズ抑制体は、パワートランジスタやサイリスタのような発熱性半導体の放熱用途に特に効果がある。

<難燃性樹脂層>

本発明の電磁波ノイズ抑制体に難燃性を持たせるために、難燃性樹脂層を設けてもよい。

難燃性樹脂層を有する電磁波ノイズ抑制体としては、例えば、図10に示すように、難燃性樹脂層7と、この表面に積層された基体2と、磁性体が原子状となって、基体2の一部の結合剤の分子と混ぜ合わせられた状態になっている複合層3とから構成される電磁波ノイズ抑制体20が挙げられる。この他、図11に示すように、基体2と、磁性体が原子状となって、基体2の一部の結合剤の分子と混ぜ合わせられた状態になっている複合層3と、複合層3表面に設けられた難燃性樹脂層7から構成される電磁波ノイズ抑制体21；図12に示すように、難燃性樹脂層7と、この表面に積層された基体2と、磁性体が原子状となって、基体2の一部の結合剤の分子と混ぜ合わせられた状態になっている複合層3と、複合層3表面に設けられた難燃性樹脂層7から構成される電磁波ノイズ抑制体22であっても構わない。

難燃性樹脂層7は、難燃性樹脂からなる層である。ここで、難燃性樹脂とは、着火しにくい、または着火しても短時間で消火する性質を有する樹脂を意味する。

難燃性樹脂としては、樹脂自体が難燃性を持つ、すなわち分解温度が高く、樹脂が分解した際に可燃物の発生が少ない樹脂、限界酸素指数が高い樹脂が挙げられ、具体的には、フッ素樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、液晶ポリマーなどが挙げられる。特に、難燃性樹脂としては、UL94 VTM-0、VTM-1相当、またはUL94

V-0、V-1 相当の難燃性を有するものが好ましい。

また、難燃性の乏しい樹脂であっても、難燃剤を添加したり、難燃性樹脂と複合したりすることによって、UL 94 VTM-0、VTM-1 相当、または UL 94 V-0、V-1 相当の難燃性を有するものであれば、本発明における難燃性樹脂として用いることができる。ただし、環境負荷物質であるハロゲン系、アンチモン系の難燃剤を使用しないことが好ましい。

難燃性樹脂に、補強性フィラー、難燃剤、難燃助剤、老化防止剤、酸化防止剤、着色剤、可塑剤、滑剤、耐熱向上剤などを適宜添加して構わない。

難燃性樹脂層 7 の厚さは、特に限定はないが、薄く、コンパクトな電磁波ノイズ抑制体とするには薄いことが好ましい。具体的には、その厚さは、好ましくは $50\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $25\ \mu\text{m}$ 以下である。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、複合層 3 においては磁性体が原子状態で結合剤と一体化しているので、従来の磁性体粉末を結合剤に分散させた電磁波ノイズ抑制体のように磁性体粉末による触媒作用や熱伝導性の向上により燃焼性が促進され、自己消火性が低下するといった現象を抑制することができる。そのため、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、難燃性樹脂層 7 を有するだけで、十分な難燃性を発揮する。

<導電体層>

本発明の電磁波ノイズ抑制体に、電磁波ノイズの反射効果であるシールド特性を発現させるために、導電体層を設けてもよい。

図 13 に示す電磁波ノイズ抑制体 30 は、導電体層 9 と、この表面に積層された、結合剤 6 に誘電体粉末 11 が分散した基体 2 と、磁性体が原子状となって基体 2 の一部と混ぜ合わされた状態の複合層 3 とを有する。この例では、導電体層 9 は、支持フィルム 13 と、支持フィルム 13 に金属が物理蒸着されてなる金属層 14 とからなる導電性フィルムから構成されている。

図 14 に示す電磁波ノイズ抑制体 31 においては、支持フィルム 13 および金属層 14 を有する導電性フィルムからなる導電体層 9 の両面に、誘電体粉末 11 が結合剤 6 に分散された基体 2 が設けられ、これらの基体 2 の表面に、それぞれ複合層 3 が設けられている。

図15に示す電磁波ノイズ抑制体32においては、支持フィルム13および金属層14を有する導電性フィルムからなる導電体層9の片面に、誘電体粉末11が結合剤6に分散された基体2と、複合層3とがそれぞれ複数設けられている。

すなわち、図13に示す電磁波ノイズ抑制体30においては、導電体層9の一方の面に、基体2を介して一つの複合層3が設けられているが、本発明の電磁波ノイズ抑制体においては、例えば、図14に示すように、導電体層9の両面に、基体2を介して複合層3が設けられていてもよいし、図15に示すように、導電体層9の一方の面に、基体2を介して複数の複合層3が設けられていてもよい。図13、15に示す態様において、金属層14を、導電体層9のうち基体2と反対側に設けてもよいし、基体2側に設けてもよい。実装において、薄膜の金属層14を保護する点では、金属層14を基体2側とすることが好ましい。

図16に示す電磁波ノイズ抑制体33は、導電体層9を金属編組体として、その表面に、結合剤6に誘電体粉末11が分散してなる基体2を設け、その基体2の表面の一部と磁性体とが一体化してなる複合層3を設けた態様の一例である。

導電体層9の固有体積抵抗率(JIS K 7194)は、 $500\Omega\text{cm}$ 以下が好ましい。さらには、 $50\Omega\text{cm}$ 以下であることが好ましい。

導電体層9は、金属箔、金属繊維布、導電繊維布、金属線編組体、導電繊維編組体、導電性充填剤の分散された有機高分子層、および導電性フィルムからなる群から選ばれることが好ましい。

金属箔としては、例えばアルミニウム、ニッケル、錫、銅、リン青銅、洋白、黄銅、その他銅合金等の箔が挙げられる。金属繊維布としては、例えばニッケルやステンレス等の繊維の不織布が挙げられる。導電繊維布としては、例えばカーボンファイバーやポリエステル繊維に、銅およびニッケルの2層メッキを施した導電繊維などの不織布が挙げられる。金属線編組体としては、例えばニッケル、錫、銅、リン青銅、洋白、黄銅、その他銅合金等からなるメッシュが挙げられる。導電繊維編組体としては、例えば銅、ニッケル、その他金属のメッキされた繊維のメッシュが挙げられる。

また、導電体層9は、導電性充填剤の分散された有機高分子層、すなわち有機高分子と、これに分散された導電性充填剤とからなる有機高分子層であってもよ

い。有機高分子は特に限定されないが、絶縁性有機高分子であって構わない。導電体層に用いられる有機高分子として、例えばポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリエーテル系、ポリケトン系、ポリウレタン系等の樹脂、シリコン、イソプレン、ブタジエン、スチレンブタジエン、ウレタン、エチレンプロピレン等のエラストマーが挙げられる。導電体層に用いられる導電性充填剤としては、金属粒子、カーボンファイバー、カーボンナノチューブ、カーボン微粉末などが挙げられる。

導電性フィルムとしては、例えば、支持フィルム13および金属層14からなるものが挙げられる。導電体層9として、図13に例示されるような支持フィルム13と金属層14とからなる導電性フィルムを用いる場合、金属層14の厚さは5～500nmであることが好ましい。5nm未満では、金属層として導電性が不安定で電磁波シールド効果の発現が困難となる場合があり、500nmを超えることは、経済的に不利なものとなる。厚さが5～150nmであれば、電磁波ノイズ抑制体30の軽量化、薄型化、可撓性に寄与するものとなる。

支持フィルム13の材料としては、例えばポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリエーテル系、ポリケトン系、ポリウレタン系等の樹脂、シリコン、イソプレン、ブタジエン、スチレンブタジエン、ウレタン、エチレンプロピレン等のエラストマー等が挙げられる。さらに、例えばポリイミドフィルム、ポリエステルフィルム等からなる可撓性フィルム等を用いることができる。

金属層14の成り立ちとしては、支持フィルム13に対する金属のメッキ加工、支持フィルム13と金属箔のラミネート加工、支持フィルム13に対する金属の物理蒸着等を行って形成されたものが例示される。これらの中でも、支持フィルム13に対する金属の物理蒸着を採用することで、上記厚み5～500nmの条件を満たし、かつ均一な金属層14を安定して得ることができる。

メッキ加工において、例えばニッケル、錫、銅、リン青銅、洋白、黄銅、その他銅合金等の金属を用いることができ、ラミネート加工において、例えばアルミニウム、銅、ニッケル箔等を用いることができる。

金属層14を得るための金属の物理蒸着は、対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法とすることが好ましい。これは、メッキ加工法におけるメッキ液

を用いるウェット加工に対して、対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法はドライ加工であることから廃液処理等がなく、安全で環境保全の面で優れているとともに、薄膜の金属層が均質で安定した膜厚を容易に調整可能な生産性に優れた加工方法であるためである。

導電体層 9 を有する電磁波ノイズ抑制体においては、複合層 3 が電子部品、回路自体から発生する伝導ノイズを抑制し、導電体層 9 が電子部品外部の基板等からの放射ノイズを遮蔽し、不要輻射の反射による電磁結合の増大化を抑制する。

＜電磁波ノイズ抑制体＞

磁性体がミクロンオーダーの大きさである場合、大きな透過吸収率を得るために、大量かつ高密度に磁性体を使用し、厚く重い電磁波ノイズ抑制体を用いる必要があるが、磁性体がナノオーダーで結合剤と一体化し、複雑なヘテロ構造を形成すると、ミクロンオーダーの粒子の場合とは特性が異なり、透磁率が大きくなり、吸収帯域が広がる。従って、大きな透過吸収率を得るために、上記の場合のように大量かつ高密度に磁性体を使用し、厚く重い電磁波ノイズ吸収体を用いる必要がなくなる。

複合層 3 中の磁性体の状態を直接観察するのは困難であるが、複合層 3 が、ナノオーダーで磁性体と結合剤が一体化した複雑なヘテロ構造を有することは、電磁波ノイズ抑制体の複合層 3 の厚さあたりの電磁波最大透過減衰量 ($\text{dB}/\mu\text{m}$) で判断することができる。

複合層 3 の厚さあたりの電磁波最大透過減衰量が、 $-0.5 \sim -500 \text{ dB}/\mu\text{m}$ であると、ナノオーダーで磁性体と結合剤が一体化していることを示す。本発明においては、この複合層 3 の厚さあたりの電磁波最大透過減衰量が、 $-0.5 \sim -500 \text{ dB}/\mu\text{m}$ であることが必要である。この指標が $-0.5 \text{ dB}/\mu\text{m}$ よりも小さいか（例えば、 $-0.4 \text{ dB}/\mu\text{m}$ ）あるいは $-500 \text{ dB}/\mu\text{m}$ よりも大きいと（例えば、 $-600 \text{ dB}/\mu\text{m}$ ）、電磁波ノイズの抑制効率が悪くなるか、あるいは所定の電磁波ノイズ抑制効果を発現させるためには電磁波ノイズ抑制体の厚さを厚くする必要性が生じ、使用する電子機器等のスペースの制限が生じてくる。

電磁波最大透過減衰量は、電磁波ノイズを抑制したい周波数帯域で測定される

最大の透過減衰量を指し、例えば10MHz～1GHz、100MHz～3GHz、1～3GHz、3～20GHz、20～50GHz、50～100GHzなどの帯域で周波数を変えながら複合層3を透過してくる電磁波量を測定し、最も透過減衰量が大きかった時の周波数における電磁波透過減衰量を意味する。例えば、電磁波最大透過減衰量は、図21に示すグラフでは、電磁波透過減衰量（太線）がグラフ上で最も下がった3.0GHzにおける-11.9dBであり、図22に示すグラフでは、電磁波透過減衰量（太線）がグラフ上で最も下がった18.0GHzにおける-30.2dBであり、図23に示すグラフでは、電磁波透過減衰量（太線）がグラフ上で最も下がった15.7GHzにおける-32.9dBである。

複合層3の厚さに対しての電磁波透過量が小さくても、実使用上で実効的な値でなくてはならず、透過減衰量は、電磁波ノイズ抑制の効果があるとされる-6～-50dB、ピーク値では-10～-50dBである必要がある。

同様に、電磁波ノイズ抑制の効果を得るためには、電磁波の反射量も小さいことが好ましく、最大透過減衰量を示す帯域での反射減衰量が-6～-50dBであることが好ましく、-10～-50dBがさらに好ましい。

また、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、理論的には明らかではないが、少ない質量の磁性体を基体に蒸着することによって、ナノグラニューラーのような量子効果や材料固有の磁気異方性、形状磁気異方性、あるいは外部磁界による異方性などが関係するため、電磁波ノイズ抑制効果の指標であるパワーロス値を大きな値とすることができる。

ここで、パワーロス値は、伝送特性のS11（反射特性）およびS21（透過特性）の変化を図33のようにして調べ、特定の周波数におけるS11およびS22の値から、次式で求められる。パワーロス値は、0～1の値となる。

$$\text{パワーロス値} (P_{\text{loss}}/P_{\text{in}}) = 1 - (|\Gamma|^2 + |T|^2)$$

$$S_{11} = 20 \log |\Gamma|$$

$$S_{21} = 20 \log |T|$$

ここで、 Γ は反射係数、 T は透過係数である。

パワーロス値は、電磁波ノイズ抑制機能の反射・透過特性の総合的な指標であ

って、反射減衰量および透過減衰量が実使用上で実効的な値である必要がある。したがって、本発明の電磁波ノイズ抑制体は、1 GHzにおけるパワーロス値が0.3～0.65であることが好ましく、0.4～0.65であることがより好ましい。

電磁波ノイズ抑制体として十分な機能を発揮するためには、反射減衰量が少なくとも透過減衰量よりも大きく、反射減衰量が-6 dBより大きく、透過減衰量が-3 dBより大きいこと（例えば、反射減衰量が-7 dBであり、透過減衰量が-4 dBであること）、すなわちパワーロス値が0.3以上であることが好ましい。これより小さいと十分な電磁波ノイズ抑制機能を有しているということはいできない。さらには、反射減衰量が-10 dBより大きく、透過減衰量が-3 dBより大きいこと（例えば、反射減衰量が-11 dBであり、透過減衰量が-4 dBであること）、すなわち、パワーロス値が0.4以上であることが好ましい。反射減衰量および透過減衰量の双方が-10 dB以上（例えば、反射減衰量が-12 dB、透過減衰量が-11 dB）であれば、十分な電磁波ノイズ抑制効果がある。一方、パワーロス値を0.65を超える値にすることは、特性向上の点から期待されるものではあるが、電磁波ノイズ抑制体中の磁性体の選択や結合剤への蒸着条件の選択を如何に検討しても、現状の技術では1 GHzにおいて0.65を超えるパワーロス値のものを得ることは達成できていない。

この電磁波ノイズ抑制体のパワーロス値を0.3～0.65にするためには、電磁波ノイズ抑制体の作製にあたって、高エネルギーでの物理蒸着を行うことにより、ナノメートルレベルで結合剤と磁性体原子とが一体化させることを基本とし、物理蒸着条件、磁性体蒸着量等を適宜選択することにより達成できる。

図30～32に見られるように、従来の電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性カーブは、1 GHz近傍では周波数の上昇につれてのパワーロス値の上昇率が比較的小さく、1 GHzを超えたある周波数から周波数の上昇につれてのパワーロス値の上昇率が高くなって、1 GHzより高周波側で線の傾きが変化する変曲点を有する、下に凸のカーブとなっている。これに対して本発明の電磁波ノイズ抑制体のパワーロス特性カーブは、図27～29に見られるように、1 GHzよりも低い周波数から急激に立ち上がり、その後、1.5 GHz付近あるいは2 GHz

zを超えてから上昇率が鈍化する、上に凸のカーブとなっている。このため、本発明の電磁波ノイズ抑制体は実効的であるとされる1GHz付近でのパワーロス値が大きくなり、有効である。

本発明の電磁波ノイズ抑制体においては、複合層3を形成する磁性体の量はわずかである。よって、電磁波ノイズ抑制体の比重は、結合剤からなる単なる基体に比べ、最大でも約数%増しである。したがって、電磁波ノイズ抑制体の比重は、結合剤が樹脂またはゴムの場合、0.9～1.5となる。このように、磁性体の量が従来の電磁波ノイズ抑制体に比べ相対的に少ないため、結合剤の特性を維持し、十分な機械的物性を保持できる。

本発明の電磁波ノイズ抑制体の形状は、シート状のような平面状であってもよく、三次元構造であってもよい。また、後述のように、物品の表面を被覆するものとして用いる場合は、物品の形状に追随した形状としてもよい。

また、複合層が1層のみ形成された電磁波ノイズ抑制体を複数積層し、複合層を複数設けてもよい。積層電磁波ノイズ抑制体の全体の厚さは、おおよそ20～200μm程度となるのが好ましい。そのため、基体の厚さも積層電磁波ノイズ抑制体にしたときの全体の厚さを考慮して適宜選択することが好ましい。

積層電磁波ノイズ抑制体においては、各層を形成する電磁波ノイズ抑制体の複合層の厚さは同一であってもよく、各層ごとに複合層の厚さを変えてもよい。

例えば、電磁波ノイズ抑制体においては、ある程度の電磁波の反射が起こり、電磁波を放射した電子回路や電子部品に影響を与えることがあるので、積層する各層の複合層の厚さを、電子部品側の層から徐々に増して、傾斜的に配置するなど、極力反射を抑えることも可能である。

<電磁波ノイズ抑制体の製造方法>

以下、電磁波ノイズ抑制体の製造方法について説明する。

本発明の電磁波ノイズ抑制体の製造方法は、基体に磁性体を物理的に蒸着させて、基体表面に複合層を形成する蒸着工程を有する方法である。

(蒸着工程)

まず、物理蒸着法(PVD)の一般的な説明を行う。

物理蒸着法(PVD)は、一般に、真空にした容器の中で蒸発材料を何らかの

方法で気化させ、気化した蒸発材料を近傍に置いた基板上に堆積させて薄膜を形成する方法であり、蒸発物質の気化方法の違いで、蒸発系とスパッタ系に分けられる。蒸発系としては、EB蒸着、イオンプレーティングなどが挙げられ、スパッタ系としては、高周波スパッタリング、マグネトロンスパッタリング、対向ターゲット型マグネトロンスパッタリングなどが挙げられる。

EB蒸着は、蒸発粒子のエネルギーが1 eVと小さいので、基板のダメージが少なく、膜がポーラスになりやすく、膜強度が不足する傾向があるが、膜の固有抵抗は高くなるという特徴がある。

イオンプレーティングによれば、アルゴンガスや蒸発粒子のイオンは加速されて基板に衝突するため、EBよりエネルギーは大きく、粒子エネルギーは1 KeVほどになり、付着力の強い膜を得ることができるものの、ドロップレットと呼んでいるミクロンサイズの粒子の付着を避けることができず、放電が停止してしまうおそれがある。また、酸素などの反応性ガスを導入することにより酸化物を成膜することができる。

マグネトロンスパッタリングは、ターゲット（蒸発材料）の利用効率が低いものの、磁界の影響で強いプラズマが発生するため成長速度が速く、粒子エネルギーは数十eVと高い特徴がある。高周波スパッタリングでは、絶縁性のターゲットを使用することができる。

マグネトロンスパッタリングのうち対向ターゲット型マグネトロンスパッタリングは、対向するターゲット間でプラズマを発生させ、磁界によりプラズマを封じ込め、対向するターゲットの外に基板を置き、プラズマダメージを受けることなく所望の薄膜を生成する方法である。そのため、基板上の薄膜を再スパッタすることなく、成長速度がさらに速く、スパッタされた原子が衝突緩和することがなく、緻密なターゲット組成物と同じ組成のものを生成することができる。

また特に、通常のマグネトロンスパッタでは磁力線が磁性体ターゲット中を通るのでターゲットの厚さによってスパッタレートが決まったり、放電がおきにくくなったりするのに対し、対向ターゲット型マグネトロンスパッタでは磁場をターゲットのスパッタ面に垂直に印加するため、磁性体をターゲットに用いても磁場が保持され、ターゲットの厚さに関係なく高速スパッタができるという特徴を

有する。

以上の物理蒸着法の中でも、本発明の電磁波ノイズ抑制体の製造においては、次の理由から、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法が好適である。

結合剤が樹脂（またはゴム）からなる場合は、樹脂の共有結合エネルギーは約 4 eV であり、具体的には例えば $\text{C}-\text{C}$ 、 $\text{C}-\text{H}$ 、 $\text{Si}-\text{O}$ 、 $\text{Si}-\text{C}$ の結合エネルギーはそれぞれ 3.6 eV 、 4.3 eV 、 4.6 eV 、 3.3 eV である。これに対して、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法では、蒸発粒子は高いエネルギーを持っているので、樹脂の一部の化学結合を切断し、衝突することが考えられる。

したがって、本発明においては、樹脂（またはゴム）からなる結合剤の弾性率が十分小さいと、磁性体を蒸着させた際、樹脂の分子が振動、運動し、ある場合は樹脂の分子が切断され、磁性体原子と樹脂との局所的なミキシング作用が生じて、樹脂などとインターアクションを生じ、均質な磁性体膜ではなく、ナノオーダースケールのヘテロ構造を有した複合層が形成されることが考えられる。

粒子エネルギーが 5 eV 以上である磁性体原子を結合剤上に物理的に蒸着させると、一度に大量の磁性体を結合剤中に分散させることができるので好ましい。すなわち、一度の蒸着で、磁性体の質量を稼ぐことができることから、電磁波ノイズ抑制効率の大きな電磁波ノイズ抑制体を容易に得ることができる。蒸着速度は結合剤の振動や運動の速度が粒子速度と比較して遅いことから、結合剤の緩和のタイミングにあわせるように小さいほうが好ましく、磁性体により異なるがおよそ 60 nm/min 以下が好ましい。

蒸着工程において蒸発材料として用いられる磁性体としては、金属系軟磁性体および／または、酸化物系軟磁性体および／または、窒化物系軟磁性体が主に用いられる。これらは、1種類を単独で用いてもよいし、2種以上を混合して用いてもよい。

金属系軟磁性体としては、鉄および鉄合金が一般的に用いられる。鉄合金としては、具体的には $\text{Fe}-\text{Ni}$ 、 $\text{Fe}-\text{Co}$ 、 $\text{Fe}-\text{Cr}$ 、 $\text{Fe}-\text{Si}$ 、 $\text{Fe}-\text{Al}$ 、 $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{Si}$ 、 $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{Al}$ 、 $\text{Fe}-\text{Al}-\text{Si}$ 、 $\text{Fe}-\text{Pt}$ 合金を用いることができる。これら金属系軟磁性体は、1種類を単独で用いてもよい

し、2種以上を組み合わせてもよい。鉄および鉄合金のほかに、コバルトやニッケルの金属あるいはそれらの合金を用いてもよい。ニッケルは、単独で用いた場合、酸化に対して抵抗力があるので好ましい。

酸化物系軟磁性体としては、フェライトが好ましい。具体的には、 MnFe_2O_4 、 CoFe_2O_4 、 NiFe_2O_4 、 CuFe_2O_4 、 ZnFe_2O_4 、 MgFe_2O_4 、 Fe_3O_4 、 Cu-Zn-フェライト 、 Ni-Zn-フェライト 、 Mn-Zn-フェライト 、 $\text{Ba}_2\text{Co}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Ni}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Zn}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Mn}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Cu}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 、 $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ を用いることができる。これらのフェライトは、1種類を単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせてもよい。

窒化物系軟磁性体としては、 Fe_2N 、 Fe_3N 、 Fe_4N 、 Fe_{16}N_2 などが知られている。これらの窒化物系軟磁性体は、透磁率が高く、耐食性が高いので好ましい。

なお、結合剤に磁性体を物理的に蒸着させる際には、磁性体はプラズマ化あるいはイオン化された磁性体原子として結合剤に入り込むので、結合剤中に微分散された磁性体の組成は、蒸発材料として用いた磁性体の組成と必ずしも同一であるとは限らない。また、結合剤の一部と反応し、磁性体が常磁性体や反強磁性体になるなどの変化が生じる場合もある。

1回の物理的蒸着操作における磁性体の蒸着質量は、磁性体単品の膜厚換算値で200nm以下が好ましい。これより厚いと、結合剤の剪断弾性率にもよるが、結合剤が磁性体を包含する能力に達し、磁性体が結合剤に分散できずに表面に堆積し、均質な導通性を有する連続したバルクの膜が生成してしまう。それゆえ、磁性体の蒸着質量は、100nm以下が好ましく、50nm以下がさらに好ましい。一方、電磁波ノイズ抑制効果の点からは、磁性体の蒸着質量は、0.5nm以上であることが好ましい。

蒸着質量が小さくなると、電磁波ノイズ抑制効果が低減するものであるから、電磁波ノイズ抑制体を複数積層し、複合層を複数設けることにより、磁性体の総質量を増やすことができる。この総質量は要求される電磁波ノイズの抑制レベルにもよるが、およそ総合の磁性体の膜厚換算値で10～500nmが好ましい。

。また、積層される層の一部を導通性を有するバルクの金属層とし、電磁波の反射特性を持たせることも可能である。さらに誘電体層との複合化を行い、電磁波ノイズ抑制効果を調整することも可能である。

ここで、蒸着質量は、ガラス、シリコン等の硬質基板上に同条件で磁性体を蒸着し、堆積した厚さを測定することによって求められる。

蒸着工程において用いられる結合剤の厚さは、特に限定はないが、コンパクトな電磁波ノイズ抑制体とするには薄いことが好ましい。具体的には、その厚さは、好ましくは50 μm 以下、より好ましくは10 μm 以下である。

（積層体製造工程）

また、本発明の電磁波ノイズ抑制体が、基体および複合層以外に、支持体層、熱伝導層、難燃樹脂層、導電体層等の他の層を有する場合は、結合剤を含有する基体と他の層とを有する積層体を製造する積層体製造工程と、基体に磁性体を物理的に蒸着させて、基材表面に複合層を形成する蒸着工程とを有する製造方法によって製造される。

積層体の製造は、例えば、他の層を構成する各種フィルム上に結着剤を押出ラミネートする方法；各種フィルム上に結着剤を塗布する方法；結着剤を含む基体フィルムと各種フィルムとを接着剤、粘着剤等によって貼り合わせる方法、などによって行うことができる。

<電磁波ノイズ抑制機能付物品>

本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品は、物品の表面の少なくとも一部が、本発明の電磁波ノイズ抑制体によって被覆されているものである。

物品としては、例えば、電子部品、電子部品を搭載した印刷配線板、電気コネクタ、フラットケーブル、押釦スイッチ用キートップ部材、プレフォーム用インサートシート、半導体集積回路等が挙げられる。

以下、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品の具体例を示す。

（電子部品）

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、種々の電子機器の電子部品から発生する電磁波によるノイズを抑制することができる。すなわち、電子機器が有する電子部品の中、他からの電磁波により誤作動を起こすおそれのある電子部品や、電磁波を

発生して他の電子部品に誤作動を起こすおそれのある電子部品を本発明の電磁波ノイズ抑制体で覆って、電子部品から発生する、あるいは電子部品に影響を与えようとする電磁波ノイズを制御することができる。このような電子機器としては、信号を発信、受信あるいは受発信する機器であればどのような電子機器も対象となる。すなわち、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品は、該電子機器の有する電子部品あるいは電子部品群の少なくとも一部を本発明の電磁波ノイズ抑制体で覆ったものである。

(印刷配線板)

本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品は、本発明の電磁波ノイズ抑制体が、印刷配線板を有する電子機器の少なくとも一つの印刷配線板の少なくとも一方の面の一部または全面に設けられたものである。すなわち、印刷配線板の両面全体、あるいは片面全体を覆っていてもよく、両面あるいは片面の一部を覆っていてもよい。印刷配線板上に設けられている電子部品から発生する電磁波が同じ印刷配線板上の他の電子部品に悪影響を与えるものでなければ、全体を電磁波ノイズ抑制体で覆って、外部からの電磁波を吸収してもよい。

また、印刷配線板上の電子部品から発生する電磁波が同じ印刷配線板上の他の電子部品に悪影響を与えるものであれば、その悪影響を与える電磁波を発生する電子部品以外を例えばシールドボックスあるいは電磁波ノイズ抑制体で覆って、かつ、その悪影響を与える電磁波を発生する電子部品を個別に電磁ノイズ抑制体で覆ってもよい。

本発明の電磁波ノイズ抑制体は可撓性を有するため、上記印刷配線板がフレキシブル印刷配線板である場合に、印刷配線板が応力により変形しても印刷配線板の変形に容易に追従してしっかりと電子部品を覆うことができるので特に適している。

図17および図18は、電磁波ノイズ抑制機能付物品の一例であるカメラモジュールを示す図である。このカメラモジュールは、表面にイメージセンサ41が設けられた印刷配線板42と、イメージセンサ41に対応したレンズ43と、レンズ43を保持し、印刷配線板42上のイメージセンサ41を囲むカメラホルダ44と、カメラホルダ44の外側に嵌合する外ケース45と、外ケース45表面

を覆う電磁波ノイズ抑制体 1 とを具備して概略構成されるものである。

外ケース 4 5 への電磁波ノイズ抑制体 1 の被覆は、例えば、以下のように行う。射出成型で成形された樹脂構造体である外ケース 4 5 を、結合剤であるエポキシ樹脂溶液に浸漬して、表面に 15 μm 厚の B ステージ状エポキシ樹脂を設ける。次いで、エポキシ樹脂上に、物理的蒸着法で磁性体を、膜厚換算で 45 nm 蒸着させ、複合層を形成する。この電磁波ノイズ抑制機能の付いた外ケース 4 5 を、カメラホルダ 4 4 に嵌め合わせることで、カメラモジュールのノイズ対策は実施される。

図 19 は、電磁波ノイズ抑制機能付物品の他の例である印刷配線板を示す図である。この印刷配線板は、基板 5 1 上に形成された配線回路 5 2 と、配線回路 5 2 に接続された半導体パッケージ 5 3 およびチップ部品 5 4 と、配線回路 5 2、半導体パッケージ 5 3 およびチップ部品 5 4 ごと印刷配線板表面を覆う電磁波ノイズ抑制体 1 とを具備して概略構成されるものである。

印刷配線板への電磁波ノイズ抑制体 1 の被覆は、例えば、以下のように行う。配線回路 5 2、半導体パッケージ 5 3 およびチップ部品 5 4 を覆うように、印刷配線板上に絶縁性の結合剤を 50 μm ほど塗布する。この上に、物理的蒸着法で磁性体を蒸着させ、複合層を形成する。ウェットプロセスではないため、イオン除去の洗浄工程は不要で、簡便に電磁波ノイズ抑制機能を付与させることができる。

(電気コネクタ)

本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品が、少なくとも印刷配線板と、印刷回路に信号を伝達する電気コネクタとを有するものであって、本発明の電磁波ノイズ抑制体が、該電気コネクタの少なくとも一部に積層されていると、電気コネクタに及ぼす外部からの電磁波による誤作動を惹き起こす信号の侵入を防止できる。この場合も、本発明の電磁波ノイズ抑制体は可撓性を有するため、電気コネクタがフレキシブルコネクタであると、外部応力によりフレキシブルコネクタが変形してもその変形に容易に追従してしっかりとフレキシブルコネクタを覆うことができるので特に適している。上記のような物品の例として携帯電話機、カメラ付き携帯電話機等を例示できる。

(押釦スイッチ用キートップ部材)

本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品としては、本発明の電磁波ノイズ抑制体が被覆された押釦スイッチ用キートップ部材を挙げることができる。このような押釦スイッチ用キートップ部材の具体例としては、押圧部を設けた加飾シートの下面に本発明の電磁波ノイズ抑制体が積層されてなる押釦スイッチ用キートップ部材を挙げることができる。

前記加飾シートの材料としては、ポリエステル、ポリウレタン、ポリカーボネート、アクリル、塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレンなど熱可塑性の樹脂が選択されるが、印刷性や成形加工性等を考慮するとポリエステル、ポリカーボネート、アクリル及びそれらのアロイ、共重合物が好ましい。

この加飾シートは必要に応じてシートの所定の位置に文字、記号、絵柄等の必要な印刷を施しておくことができる。この印刷は従来ある印刷方法を用いればよく、特に限定されるものではない。さらには塗装、メッキ、蒸着、ホットスタンピング、レーザーマーキング等の手法を用いて装飾を行っていてもよい。

前記押圧部は加飾シートに絞り加工などにより凹部を設け、その凹部に樹脂、エラストマ等を充填してもよく、平板状の加飾シート的一方の面に樹脂、エラストマ等からなる押釦スイッチ状の成型体を接着してもよい。加飾シートの凹部に充填される、あるいは加飾シート上に設けられる樹脂またはエラストマは、特に限定されるものではない。

電磁波ノイズ抑制体は、押圧部を設けた加飾シートの下面に積層される。加飾シートに設けられた凹部に樹脂、エラストマ等を充填したものの場合は、凹部に充填された樹脂エラストマ等の底面と、加飾シートの凹部を有する側の面を共に覆う様に電磁波ノイズ抑制体が積層される。加飾シート上に押釦スイッチ状の成型体が設けられたものの場合は、加飾シートが設けられた面とは反対側の面に電磁波ノイズ抑制体が積層される。

また、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品としては、クリック部材を配列したクリックシートと、クリックシート上に設けられたキートップとを有し、クリックシート的一方の面に、本発明の電磁波ノイズ抑制体が積層されてなる押釦スイッチ用キートップ部材を有するものを挙げることができる。

このような押釦スイッチ用キートップ部材の具体例としては、クリック部材が上に凸のドーム状で、ドーム状クリック部材内面（クリックシート下面）の少なくとも上部に導電性の被膜からなる可動接点が設けられ、キートップを押圧したときにクリック部材が変形して、例えばその下に配置された印刷配線基板上の固定接点に接触可能となっているものを挙げることができる。

電磁波ノイズ抑制体は、クリックシートのキートップ側の面に積層されていてもよく、キートップ側と反対側の面に積層されていてもよい。キートップ側と反対側の面に積層されている場合は、電磁波ノイズ抑制体は前記可動接点と電氣的に絶縁状態にあるように設けられる。すなわち、可動接点のある部分を除いたクリックシート表面に電磁波ノイズ抑制体が積層されていてもよく、クリックシート下面の全面に電磁波ノイズ抑制体が積層され、電磁波ノイズ抑制体の表面のうち、ドーム状クリック部材内面の少なくとも上部に絶縁被膜を介して可動接点を設けてもよい。

電磁波ノイズ抑制体が可動接点と電氣的に絶縁されていると、キースキャンの際に他のキーとの干渉を抑制することができる。電磁波ノイズ抑制体がドーム状クリック部材の一方の面全面にわたって設けられているとミリ波帯域での電磁波の漏れを防止することができる。

クリックシートは押圧による変形性、押圧力解除時の反発による復元性、成型性等の点から例えばポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートなどのポリエステル系樹脂が好ましい。可動接点を構成する材料としては、導電性材料であれば特に限定されないが、銀、銅、カーボン等からなるものが好ましく用いられる。

（プレフォーム用インサートシート）

また、本発明の電磁波ノイズ抑制機能付物品としては、少なくとも一方の面に本発明の電磁波ノイズ抑制体が積層されたプレフォーム用インサートシートを挙げることができる。

プレフォーム用インサートシートは、AV機器のフロントパネル、自動車の計器パネル、押釦などに用いられる成形品の表面に形成されるものであり、透光性基材と、透光性印刷層を有するものである。すなわち、透光性基材の一方の面に

透光性印刷層を有していてもよく、透光性印刷層を間に挟んで2枚の透光性基材層が積層されていてもよい。本発明のプレフォーム用インサートシートは、押釦スイッチに用いられる成形品の表面に形成されるものとして特に有効である。

透光性基材の一方の面に透光性印刷層を有するインサートシートの場合は、電磁波ノイズ抑制体は透光性印刷層と異なる面に積層されているのが好ましく、透光性印刷層を間に挟んで2枚の透光性基材層が積層されている場合はどちらの面に積層されていてもよい。

電磁波ノイズ抑制体の透光性基材と反対側の面に導電層を設けるのが好ましい。導電層としては、金属箔、金属蒸着膜、印刷された導電ペースト等を例示できる。この導電層を設けることにより、電磁波を反射させ、外に逃さない、反射波を再吸収することができる、共振のQを小さくすることでアンテナ効果を抑制することができる、金属光沢層の機能をも有することができるなどの効果を有する。

(半導体集積回路)

半導体集積回路に電磁波ノイズ抑制機能を付与する場合は、半導体ウェハ上に、スピンコートあるいはCVD (Chemical Vapor Deposition、化学気相成長)により設けられた、ポリイミド、ポリパラキシリレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリアリルエーテル、ポリキシリレン、ポリアダマンタンエーテル、ポリベンゾオキサゾール、ベンゾシクロブテン樹脂などからなる厚み200nm~100μmの有機絶縁膜上に、物理的蒸着により、磁性体を10~50nmほど蒸着させて、複合層を形成する。必要に応じ、マスクを用いて部分的に複合層を形成することも可能である。ドライプロセスによるものであるから、イオン性不純物の影響はなく、洗浄の必要もないので、半導体ウェハへの応用は好適である。微細な集積回路近傍に、ナノオーダーレベルのヘテロ構造を有した電磁波ノイズ抑制体を設けることにより、非常に少ない磁性体質量であっても、デジタル回路のパルス伝送時の共振の抑制や、インピーダンスの不整合からくる不要輻射ノイズの抑制等が図られ、伝送速度の向上など伝送特性品質を改善することができる。

<作用>

以上説明した本発明の電磁波ノイズ抑制体にあつては、理論的には完全には明らかになっていないが、結合剤と磁性体とが一体化された複合層が形成されているので、少ない磁性体であっても、そのナノオーダーのヘテロ構造に由来する量子効果や、材料固有の磁気異方性、形状磁気異方性、あるいは外部磁界による異方性などの影響で、高い共鳴周波数を持つ。これにより、優れた磁気特性を発揮し、少ない磁性体であっても、高い周波数帯域において電磁波ノイズ抑制効果を発揮できているものと考えられる。

また、本発明の電磁波ノイズ抑制体にあつては、少ない磁性体であっても、電磁波ノイズ抑制効果を発揮できるので、磁性体の量を大幅に減らすことができ、軽量化を図ることができる。

さらに、本発明の電磁波ノイズ抑制体にあつては、複合層の厚さが薄くても十分な電磁波ノイズ抑制効果を発揮できるので、電磁波ノイズ抑制体を薄肉にすることができ、省スペース化を図ることができる。

そして、前記複合層が、基体に磁性体を物理的に蒸着させてなる層であれば、磁性体が結合剤中に原子状態で分散し、結合剤と磁性体が一体化することにより、少ない磁性体の量で電磁波ノイズ抑制効果の高い複合層とすることができる。また、不純物イオンが存在せず、これら不純物イオンによる電子回路の損傷の恐れがなくなる。

また、磁性体の量を大幅に減らすことができるので、前記結合剤が樹脂またはゴムの場合、磁性体による樹脂またはゴムの可撓性や強度の低下を最小限に抑えることができる。

さらに、前記結合剤が、硬化性樹脂であれば、硬化前においては、磁性体が結合剤中により均一に分散し、硬化後においては、高温条件下で電磁波ノイズ抑制体を使用した場合でも、磁性体が結晶化し、微粒子に成長することを抑えることができ、耐環境特性が向上する。

そして、本発明のノイズ抑制機能付物品（例えば、印刷配線板、半導体集積回路）は、ノイズ発生源の近傍にノイズ抑制体をコンパクトに配置し、高い周波数帯域の電磁波ノイズを効率よく抑制えることができる。

実施例

(評価)

実施例 1～4、および比較例 1 の電磁波ノイズ抑制体の近傍界の電磁波ノイズ抑制特性（透過減衰量および反射減衰量）は、図 20 に示すような、 $50\ \Omega$ のマイクロストリップライン 61 が形成されたテストフィクスチャー 62（キーコム製、TF-3A）と、マイクロストリップライン 61 に接続されたネットワークアナライザ 63（アンリツ社製、ベクトルネットワークアナライザ 37247C）とを用い、テストフィクスチャー 62 上に、絶縁フィルム 64 を介して電磁波ノイズ抑制体のテストシート 65 を配置し、測定周波数 2 GHz で測定した。

[実施例 1]

基体である $12\ \mu\text{m}$ 厚のポリエチレンテレフタレートフィルム（以下、PET と記す）（剪断弾性率 $3.8 \times 10^9\ (\text{Pa})$ 、炭酸ガス透過率 $1 \times 10^{-11}\ [\text{cm}^3\ (\text{STP})\ \text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})]$ 、平均表面粗さ $1.8\ \mu\text{m}$ ）上に、膜厚換算で $3\ \text{nm}$ の Mn-Zn 系高透磁率フェライトを、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法によりスパッタし、複合層を形成した。複合層の表面抵抗を注意深く直流 4 端子法で測定した。また、このフィルムを所望の大きさに整え、このフィルム 10 枚を、フィルム間にポリエステル系接着剤を挿みながら積層し、真空プレスで一体化して、総厚 $138\ \mu\text{m}$ の電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、比重と電磁波ノイズ抑制特性を測定した。結果を表 1 に示す。

[実施例 2]

支持体層となる $25\ \mu\text{m}$ 厚の PET フィルム上に、基体である $20\ \mu\text{m}$ 厚のシリコーンゴム（剪断弾性率 $1 \times 10^7\ (\text{Pa})$ 、炭酸ガス透過率 $2.2 \times 10^{-7}\ [\text{cm}^3\ (\text{STP})\ \text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})]$ ）を設け、この上に、膜厚換算で $20\ \text{nm}$ の Fe-Ni 系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法によりスパッタし、複合層を形成した。複合層の表面抵抗を注意深く直流 4 端子法で測定した。また、このフィルムを所望の大きさに整え、総厚 $45\ \mu\text{m}$ の電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、比重と電磁波ノイズ抑制特性を測定した。結果を表 1 に示す。

[実施例 3]

支持体層となる $25\mu\text{m}$ 厚のPETフィルム上に、基体である $10\mu\text{m}$ 厚のウレタンゲル（剪断弾性率 1.7×10^6 （Pa）、炭酸ガス透過率 5.3×10^{-8} [cm^3 （STP） $\text{cm}/(\text{cm}^2\times\text{s}\times\text{cmHg})$]）を設け、この上に、膜厚換算で 15nm のFe-Si-Al系軟磁性金属を、マグネトロンスパッタ法（非対向ターゲット型）によりスパッタし、複合層を形成した。複合層の表面抵抗を注意深く直流4端子法で測定した。さらに、複合層上にウレタンゲルを $2\mu\text{m}$ 塗布し、再度スパッタを行った。これを繰り返して、複合層を3層設け、総厚 $79\mu\text{m}$ の電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、比重と電磁波ノイズ抑制特性を測定した。結果を表1に示す。

〔実施例4〕

マグネトロンスパッタ法に代えて、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法を用いたこと以外、実施例3と同様に、膜厚換算で 15nm のFe-Si-Al系軟磁性金属をスパッタして、複合層を3層設け、総厚 $79\mu\text{m}$ の電磁波ノイズ抑制体を得た。実施例3と同様に評価を行った。結果を表1に示す。

〔比較例1〕

扁平状のFe-Ni系軟磁性金属粉（平均粒径 $15\mu\text{m}$ 、アスペクト比65）94質量部に、ポリウレタン樹脂5質量部、硬化剤としてイソシアネート化合物1質量部、溶剤（シクロヘキサノンとトルエンの1：1混合物）30質量部を加えたペーストを、乾燥後の厚さが 1.1mm となるようにバーコート法で塗工用支持体上に塗布して膜を形成し、十分乾燥させた後、真空加熱プレスし、 85°C で24時間キュアリングし、膜を塗工用支持体から剥がし、膜厚 1mm の電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、比重と電磁波ノイズ抑制特性を測定した。結果を表1に示す。

表 1

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 比較例1 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| 支持体層 | なし | PET | PET | PET | なし |
| 厚さ(μm) | — | 25 | 25 | 25 | — |
| 基体 | PET | シリコンゴム | ウレタンゲル | ウレタンゲル | なし |
| 剪断弾性率(Pa) | 3.8×10^9 | 1×10^7 | 1.7×10^6 | 1.7×10^6 | — |
| 炭酸ガス透過率 [$\text{cm}^3(\text{STP})\text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})$] | 1×10^{-11} | 2.2×10^{-7} | 5.3×10^{-8} | 5.3×10^{-8} | — |
| 厚さ(μm) | 12 | 20 | 10 | 10 | — |
| 磁性体 | Mn-Zn系 フェライト | Fe-Ni | Fe-Si-Al | Fe-Si-Al | Fe-Ni |
| 蒸着質量(膜厚換算、nm) | 3 | 20 | 15 | 15 | — |
| 物理蒸着法 | 対向ター ゲット型 | 対向ター ゲット型 | マグネ トロン | 対向ター ゲット型 | — |
| 表面抵抗(Ω/\square) | 3×10^7 | 2×10^2 | 1×10^3 | 4×10^5 | 1×10^6 |
| 積層数 | 10 | 1 | 3 | 3 | — |
| 接着剤厚さ(μm) | 2 | — | 2 | 2 | — |
| 電磁波ノイズ抑制体総厚(μm) | 138 | 45 | 79 | 79 | 1000 |
| 磁性体総蒸着質量(膜厚換算、nm) | 30 | 20 | 45 | 45 | — |
| 比重 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 6.1 |
| 透過減衰量(dB、測定周波数2GHz) | -7 | -8 | -15 | -18 | -6 |
| 反射減衰量(dB、測定周波数2GHz) | -20 | -10 | -12 | -14 | -8 |
| 破断強度(MPa) | 205 | 10.5 | 21 | 21 | 2.5 |
| 破断伸び(MPa) | 149 | 450 | 687 | 687 | 7 |
| 外観 | 基体と同等 の強度を 有する | 薄くて軽く て伸びる | 薄くて軽く て可撓性 がある | 薄くて軽く て可撓性 がある | 重く、脆い |
| 判定 | ○ | ○ | ○ | ○ | × |

なお、表1において、比重は支持体層込みの値である（基体としてPETを用いた場合は、PET付で測定した）。また、破断強度および破断伸びは、支持体層なしで測定した。

表1から、実施例1～4、および比較例1の電磁波ノイズ抑制体の電磁波ノイズ抑制特性は、ほぼ同等である。しかしながら、比較例1の電磁波ノイズ抑制体は、比重が6.1と重く、脆いため、衝撃がかかった場合に壊れやすいものであった。これに対し、実施例1の電磁波ノイズ抑制体は、基体であるポリエチレンテレフタレートと同等の強度、可撓性を有していた。実施例2の電磁波ノイズ抑制体は、総厚45 μm と薄くて軽く、伸度および可撓性を有するので堅牢度に優れるとともに加工性に優れていた。また、実施例3の電磁波ノイズ抑制体も薄く

て軽く、可撓性を有していた。また、実施例3と実施例4との比較から、磁性体超微粒子の偏在性において、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法が通常のマグネトロンスパッタ法（非対向ターゲット型）より優れていることがわかった。

（評価）

実施例5～7、および比較例2～4の評価は、以下のように行った。

表面観察：キーエンス製、レーザー顕微鏡VK-9500により、倍率4000倍で、表面を観察した。

表面抵抗：ダイアインストルメンツ製MCP-T600により、測定電圧10Vで直流4端子法で測定した。測定点数5点の平均値で示した。

複合層の厚さ測定：日本電子製、走査電子顕微鏡（SEM）JEM-2100Fを用い、電磁波ノイズ抑制体の断面電子顕微鏡写真（倍率50000倍）から測定した。

電磁波ノイズ抑制特性：キーコム製、近傍界用電磁波ノイズ抑制材料測定装置を用い、Sパラメータ法によるS21（透過減衰量）とS11（反射減衰量）を測定した。ネットワークアナライザーとしては、アンリツ製ベクトルネットワークアナライザー37247Cを用い、テストフィクスチャーとしては、キーコム製のTF-3A、TF-18Aを用いた。

〔実施例5〕

支持体層となる12 μ m厚のPETフィルム（常温での剪断弾性率 3.8×10^9 Pa）上に、基体である20 μ m厚のシリコーンゴム（常温での剪断弾性率 1×10^7 Pa、常温での炭酸ガス透過率 2.2×10^{-7} [cm³ (STP) cm / (cm² × s × cmHg)]、湿式シリカ含有）を設け、この上に、膜厚換算で30nmのFe-Ni系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成した。この際、基体の温度を常温に保ち、蒸発粒子が8 eVの粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。複合層の表面抵抗を注意深く直流4端子法で測定した。所望の大きさに整え、総厚32 μ mの電磁波ノイズ抑制体を得た。スパッタ前後の表面観察を行い、次いで、得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をマイクローム

で薄片にし、断面にイオンビームポリッシャーを施し、複合層の厚さを計測した。また、電磁波ノイズ抑制特性の測定を行った。

結果のまとめを表2に示す。表面観察結果を図4～図7に、複合層の断面観察を図3に、0.05～3GHzの電磁波ノイズ抑制特性を図21に示す。図21において、太線は入射電磁波量を基準(0)とした時の透過減衰量を示し、細線は反射減衰量を示す。

[実施例6]

実施例5と同様の支持体層に、基体として60 μ m厚のシリコーンゲル(常温での剪断弾性率 5×10^4 Pa、常温での炭酸ガス透過率 2×10^{-7} [cm³ (STP) cm / (cm² × s × cmHg)])を設け、この上に、膜厚換算で80 nmのFe-Ni系軟磁性金属を、バイアスマグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成し、総厚72 μ mの電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、基体の温度を常温に保ち、蒸発粒子が20 eVの粒子エネルギーを持つようバイアス電圧を調整し、スパッタを行った。以下、実施例5と同様に表面抵抗、複合層の厚さ、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表2に示す。0.05～1.8GHzの電磁波ノイズ抑制特性を図22に示す。図22において、太線は入射電磁波量を基準(0)とした時の透過減衰量を示し、細線は反射減衰量を示す。

[実施例7]

基体である100 μ m厚のポリアクリロニトリルシート(以下、PANと記す)(常温での剪断弾性率 1.7×10^9 Pa、160℃における剪断弾性率 1.5×10^6 Pa、常温での炭酸ガス透過率: 5.3×10^{-8} [cm³ (STP) cm / (cm² × s × cmHg)]、常温での酸素ガス透過率 2.8×10^{-15} [cm³ (STP) cm / (cm² × s × cmHg)])を設け、この上に、膜厚換算で60 nmのNi金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成し、総厚100 μ mの電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、基体の温度を160℃に保ち、蒸発粒子が100 eVの粒子エネルギーを持つようバイアス電圧を調整し、スパッタを行った。以下、実施例6と同様に表面抵抗、複合層の厚さ、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表2に示す。0.05～18GHzの電磁波ノイズ抑制特性を図23に示す。図23において、太線は入射電磁波量を基準（0）とした時の透過減衰量を示し、細線は反射減衰量を示す。

〔比較例2〕

表面を酸化させて形成された不導体膜を有する扁平状のFe-Ni系軟磁性金属粉（平均粒径：15 μ m、アスペクト比：65）94質量部に、ポリウレタン樹脂5質量部、硬化剤としてイソシアネート化合物1質量部、溶剤（シクロヘキサノンとトルエンの1：1混合物）30質量部を加えたペーストを、乾燥後の厚さが1.1mmとなるように、パーコート法で塗工用支持体に塗布して膜を形成し、十分乾燥させた後、真空加熱プレスし、85℃で24時間キュアリングし、膜を塗工用支持体から剥がして、膜厚1mmの電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、実施例6と同様に表面抵抗、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表2に示す。0.05～3GHzの電磁波ノイズ抑制特性を図24に示す。図24において、太線は入射電磁波量を基準（0）とした時の透過減衰量を示し、細線は反射減衰量を示す。

〔比較例3〕

平均粒径8 μ m、アスペクト比31のFe-Ni系軟磁性金属粉を用い、膜厚が0.03mmになるようにしたこと以外、比較例2と同様に処理した。実施例6と同様に表面抵抗、電磁波吸収特性を測定した。

結果のまとめを表2に示す。0.05～18GHzの電磁波ノイズ抑制特性を図25に示す。図25において、太線は入射電磁波量を基準（0）とした時の透過減衰量を示し、細線は反射減衰量を示す。

〔比較例4〕

EB蒸着装置で蒸着を行ったこと以外は、実施例6と同様にした。粒子エネルギーは1eVであった。複合層は形成されずに、80nm（0.08 μ m）厚の磁性体の均質膜が形成された。

結果のまとめを表2に示す。0.05～3GHzの電磁波ノイズ抑制特性を図26に示す。図26において、太線は入射電磁波量を基準（0）とした時の透過減衰量を示し、細線は反射減衰量を示す。

表 2

| | 実施例5 | 実施例6 | 実施例7 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 |
|---|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 支持体層 | PET | PET | なし | なし | なし | PET |
| 厚さ(μm) | 12 | 12 | — | — | — | 12 |
| 基体 | シリコン | シリコン | PAN | — | — | シリコン |
| 蒸着時剪断弾性率(Pa) | 1×10^7 | 5×10^4 | 1.5×10^6 | — | — | 5×10^4 |
| 厚さ(μm) | 20 | 60 | 100 | — | — | 60 |
| 磁性体 | Fe-Ni | Fe-Ni | Ni | Fe-Ni | Fe-Ni | Fe-Ni |
| 蒸着質量(膜厚換算、nm) | 30 | 80 | 60 | — | — | 80 |
| 粒子エネルギー(eV) | 8 | 20 | 100 | — | — | — |
| 複合層(または磁性体を含む層)の厚さ(μm) | 0.04 | 15.0 | 1.1 | 1000 | 30 | 0.08 |
| 最大透過減衰量(dB) | -11.9 | -30.2 | -32.9 | -37.0 | -0.8 | -12.8 |
| 最大透過減衰量の周波数(GHz) | 3.0 | 18.0 | 15.7 | 2.8 | 10.5 | 1.5 |
| 同周波数での反射減衰量(dB) | -8.4 | -10.7 | -9.1 | -9.1 | -18.5 | -1.0 |
| 表面抵抗(Ω/\square) | 2×10^2 | 5×10^5 | 1×10^3 | 1×10^6 | 1×10^6 | 3×10^{-2} |
| 複合層(または磁性体を含む層)の厚さあたりの最大透過減衰量(dB/ μm) | 298 | 2.01 | 29.9 | 0.037 | 0.027 | 160 |
| 判定 | ○ | ○ | ○ | × | × | × |

表 2 および図 2 1 ~ 2 5 から、実施例 5 ~ 7、比較例 2、3 の電磁波ノイズ抑制特性、すなわち透過減衰量および反射減衰量の傾向はほぼ同様で、低周波領域では、反射減衰量が大きく、透過減衰量が小さい。周波数が上がるにしたがって、透過減衰量は増加してくる。

実施例 5 ~ 7 で、磁性体量と最大透過減衰量とは相関が見られ、磁性体量が多いほど、大きな減衰量を示している。複合層は薄く、比較例 4 と同程度の透過減衰特性と反射減衰特性を有している。

比較例 2 では、磁性体を含む層（電磁波ノイズ抑制体の総厚と同じ）が、1 0 0 0 μm と厚く、実施例と同程度の透過減衰量、反射減衰量を示しているが、結合剤の割合が少ないため、衝撃がかかった場合に壊れやすい。透過減衰量も低周波領域では、あまり大きな値ではなく、実施例と比較すると帯域は狭い。

比較例 3 では、厚さは薄いですが、それと共に吸収特性も悪くなるため、磁性体を含む層の厚さあたりの最大透過減衰量は、比較例 2 と同様に小さい。また、最大透過減衰量は - 1 0 d B もなく、実効的に電磁波ノイズ抑制能力があるとはい

難い。

比較例 4 は、蒸着時の粒子エネルギーが小さいため、基体の表面に均一な金属薄膜が形成され、図 26 のとおり金属と似た挙動を示し、金属特有のピークがあり、反射によって透過減衰をもたらしている。その電磁波ノイズ抑制効果は小さく、電磁波シールドとして機能している。

実施例 5～7 の電磁波ノイズ抑制体は、最大透過減衰量／複合層の厚さが大きく、厚さあたりの電磁波ノイズ抑制特性は優れており、かつ、結合剤の特性を残していて、薄く、軽く、伸度および可撓性を有する。

(評価)

実施例 8～10、および比較例 5～7 の評価は、以下のように行った。

表面観察：キーエンス製、レーザー顕微鏡 VK-9500 により、倍率 4000 倍で、表面を観察した。

表面抵抗：ダイアインストルメンツ製 MCP-T600 により、測定電圧 10 V で直流 4 端子法で測定した。測定点数 5 点の平均値で示した。

複合層の厚さ測定：日本電子製、走査電子顕微鏡 (SEM) JEM-2100 F を用い、電磁波ノイズ抑制体の断面電子顕微鏡写真 (倍率 50000 倍) から測定した。

電磁波ノイズ抑制特性：キーコム製、近傍界用電磁波ノイズ抑制材料測定装置を用い、S パラメータ法による S21 (透過減衰量) と S11 (反射減衰量) を測定した。ネットワークアナライザーとしては、アンリツ製ベクトルネットワークアナライザー 37247C を用い、50 Ω のインピーダンスを持つマイクロストリップラインのテストフィクスチャーとしては、キーコム製の TF-3A を用いた。また、1 GHz における S21 と S11 から 1 GHz におけるパワーロス値を求めた。

[実施例 8]

支持体層となる 12 μm 厚の PET フィルム上に、基体である 20 μm 厚のシリコーンゴム (常温の剪断弾性率 1×10^7 (Pa)、常温の炭酸ガス透過率 $2 \cdot 2 \times 10^{-7}$ [cm³ (STP) cm / (cm² × s × cmHg)]、湿式シリカ含有) を設け、この上に、膜厚換算で 30 nm の Fe-Ni 系軟磁性金属を、

対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成した。この際、基体の温度を常温に保ち、蒸発粒子が8 eVの粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。複合層の表面抵抗を注意深く直流4端子法で測定した。所望の大きさに整え、総厚32 μm の電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、得られた試料の一部をマイクロトームで薄片にし、断面にイオンビームポリシャーを施し、電磁波ノイズ抑制層の厚さを計測した。また、電磁波ノイズ抑制特性の測定を行った。

結果のまとめを表3に示す。0.05～3 GHzのパワーロス特性を図27に示す。

[実施例9]

支持体層となる6 μm 厚のポリイミドフィルム（以下、PIと記す）上に、基体である25 μm 厚のアクリル系粘着材（以下、ACと記す）（綜研化学製、商品名1604N、常温の剪断弾性率 6×10^4 (Pa)、常温の炭酸ガス透過率 2×10^{-8} [cm^3 (STP) $\text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})$])を設け、この上に、膜厚換算で30 nmのFe-Ni系軟磁性金属を、バイアスマグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、総厚72 μm の電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、基体の温度を常温に保ち、蒸発粒子が10 eVの粒子エネルギーを持つようバイアス電圧を調整し、スパッタを行った。実施例8と同様に表面抵抗、複合層の厚さ、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表3に示す。0.05～3 GHzのパワーロス特性を図28に示す。

[実施例10]

基体である70 μm 厚のPANシート（常温の剪断弾性率 1.7×10^9 (Pa)、160℃の剪断弾性率 1.5×10^6 (Pa)、常温の炭酸ガス透過率 5.3×10^{-8} [cm^3 (STP) $\text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})$])、常温の酸素ガス透過率 2.8×10^{-15} [cm^3 (STP) $\text{cm}/(\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{cmHg})$])を設け、この上に、膜厚換算で50 nmのNi金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、総厚100 μm の電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、基体の温度を160℃とし、蒸発粒子が20 eVの粒

子エネルギーを持つようバイアス電圧を調整し、スパッタを行った。実施例 9 と同様に表面抵抗、複合層の厚さ、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表 3 に示す。0.05～3 GHz のパワーロス特性を図 29 に示す。

〔比較例 5〕

表面を酸化させて形成された不導体膜を有する扁平状の Fe-Ni 系軟磁性金属粉（平均粒径 $1.5\ \mu\text{m}$ 、アスペクト比 65）94 質量部に、ポリウレタン樹脂 5 質量部、硬化剤としてイソシアネート化合物 1 質量部、溶剤（シクロヘキサノンとトルエンの 1：1 混合物）30 質量部を加えたペーストを、乾燥後の厚みが 0.51 mm となるよう、バーコート法で塗工用支持体に塗布して膜を形成し、十分乾燥させた後、真空加熱プレスし、85℃で 24 時間キュアリングし、膜を塗工用支持体から剥がして、膜厚 0.5 mm の電磁波ノイズ抑制体を得た。次いで、実施例 9 と同様に表面抵抗、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表 3 に示す。0.05～3 GHz のパワーロス特性を図 30 に示す。

〔比較例 6〕

高周波マグネトロンスパッタ装置を用い、酸素流入下で Co-Fe-Al ターゲットを用い、0.6 mm 厚のガラス板上に 2.5 μm のアモルファス膜を造膜した。次いで、19894 A/m (250 Oe) の磁場を印加して 300° に加熱し、金属結晶を析出させた。

透過型電子顕微鏡観察から、金属結晶の径が数 nm のグラニュールと絶縁性酸化物からなるナノグラニューラー構造を有すること確認した。実施例 9 と同様にして表面抵抗およびアモルファス膜の厚さを測定し、膜を 2.5 mm 間隔でダイシングソー（刃厚：0.15 mm）により分割して絶縁化し、電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表 3 に示す。0.05～3 GHz のパワーロス特性を図 31 に示す。

〔比較例 7〕

塩化第一鉄（16.6 mmφ / l）、塩化第一ニッケル（15.3 mmφ / l

／1)、および塩化亜鉛(0.18mmol／1)からなる水溶液と、硝酸ナトリウム(5mmol／1)および酢酸アンモニウム(65mmol／1)からなる酸化液とをそれぞれ50ml／分の流量で、厚さ50 μ mのPIフィルム上にスピンスプレーコートし、ニッケル亜鉛フェライトメッキ膜厚が15 μ mになるまで、約15時間コートした後、水洗して試料を得た。この試料を用い、実施例9と同様に表面抵抗、ニッケル亜鉛フェライトメッキ膜の厚さ、および電磁波ノイズ抑制特性を測定した。

結果のまとめを表3に示す。0.05～3GHzのパワーロス特性を図32に示す。

表3

| | 実施例8 | 実施例9 | 実施例10 | 比較例5 | 比較例6 | 比較例7 |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|
| 支持体層 | PET | PI | なし | なし | ガラス | PI |
| 厚さ(μ m) | 12 | 6 | — | — | 600 | 50 |
| 基体 | シリコン | AC | PAN | — | — | — |
| 蒸着時剪断弾性率(Pa) | 1×10^7 | 6×10^4 | 1.5×10^6 | — | — | — |
| 厚さ(μ m) | 20 | 25 | 70 | — | — | — |
| 磁性体 | Fe-Ni | Fe-Ni | Ni | Fe-Ni | Co-Fe-Al-O | Ni-Zn-Fe-O |
| 蒸着質量(膜厚換算、nm) | 30 | 50 | 50 | — | — | — |
| 粒子エネルギー(eV) | 8 | 10 | 20 | — | — | — |
| 複合層(または磁性体を含む層)の厚さ(μ m) | 0.04 | 0.06 | 0.15 | 500 | 2.0 | 15.0 |
| 透過減衰量(dB at 1GHz) | -4.0 | -7.8 | -12.6 | -0.8 | -0.9 | -1.9 |
| 反射減衰量(dB at 1GHz) | -6.8 | -6.8 | -4.1 | -9.6 | -11.2 | -11.0 |
| パワーロス値(at 1GHz) | 0.39 | 0.62 | 0.56 | 0.064 | 0.11 | 0.28 |
| 表面抵抗(Ω/\square) | 2×10^2 | 4×10^3 | 2×10^4 | 1×10^6 | 2×10^0 | 7×10^7 |
| 電磁波ノイズ抑制体総厚(μ m) | 32 | 31 | 70 | 500 | 602 | 65 |
| パワーロス値／複合層(または磁性体を含む層)の厚さ(/ μ m) | 9.75 | 10.3 | 3.73 | 1.3×10^{-4} | 0.055 | 0.019 |
| 電磁波ノイズ抑制効果 | 良好 | 良好 | 良好 | 不十分 | 不十分 | 不十分 |
| 評価 | ゴム状弾性を示し、可撓性を有する。 | 表面は粘着性を有し、可撓性は支持体の特性を示した。 | 強靱なフィルムであった。 | やや脆さがあり、伸びはなかった。 | 硬く、割れやすい。 | フェライト層が割れたり剥がれたりし、取り扱いが困難。 |
| 判定 | ○ | ○ | ○ | × | × | × |

表3から、1GHzにおけるパワーロス値は、実施例8～10では0.3以上であり、比較例5～7では0.3未満、特に比較例1では0.1を下回っていた。つまり、実施例では、実効果が高いとされる1GHz周辺の準マイクロ波帯での電磁波ノイズ抑制効果が高いことがわかる。さらに、実施例では複合層の厚さが極めて薄く、複合層厚さに対するパワーロス値は、比較例とは格段に差があり、比較例5等と比べた場合、実施例は4桁程度も大きいことがわかった。

実施例を示す図27～29から、3GHzでのパワーロス値は、総じて同様で、0.8程度であったが、比較例を示す図30、図31はこれよりも小さく、0.5程度であった。

また、周波数が高くなるにつれてのパワーロス値の立ち上がり方は、実施例を示す図27では、0.5GHzでのパワーロス値が0.2程度、1GHzでは0.6程度という立ち上がり方を示し、図28では、0.5GHzでのパワーロス値が0.4程度、1GHzでは0.6程度という立ち上がり方を示し、図29では、0.5GHzでのパワーロス値が0.3程度、1GHzでは0.6程度という立ち上がり方を示している。つまり、実施例を示す図では、総じて1GHz前後までのパワーロス値の立ち上がりが急激に進む傾向を示している。これに対して比較例を示す図30では、0.5GHzでのパワーロス値が0.03程度、1GHzでも0.1程度という立ち上がり方であり、図31では0.5GHzでのパワーロス値が0.04程度、1GHzでは0.1程度という立ち上がり方であり、図32では0.5GHzでのパワーロス値が0.1程度、1GHzでは0.28程度という立ち上がり方である。つまり、比較例では総じて1GHz前後までにおいてパワーロス値がなだらかな上昇をとる傾向を示している。

また、実施例では、支持体と同様の可撓性のある、薄く軽い電磁波ノイズ抑制体であったが、比較例は厚く、重く、脆い電磁波ノイズ抑制体であった。

(評価)

実施例11～16、および比較例8～10の評価は、以下のように行った。

断面観察：日立製作所製 透過型電子顕微鏡H9000NARを用いた。

電磁波吸収特性：キーコム製、近傍界用電磁波ノイズ抑制材料測定装置を用い、Sパラメータ法によるS11（反射減衰量）とS21（透過減衰量）とを測定

した。ネットワークアナライザーとしては、アンリツ社製、ベクトルネットワークアナライザー 37247C を用い、50 Ω のインピーダンスを持つマイクロストリップラインのテストフィクスチャーにはキーコム製の TF-3A を用いた。また、電磁波ノイズ抑制効果 (P_{loss}/P_{in}) は、伝送特性の S_{11} と S_{21} の変化から次式で求められる。

$$P_{loss}/P_{in} = 1 - (|S_{11}|^2 + |S_{21}|^2)$$

燃焼試験：燃焼試験は、垂直燃焼試験 UL 94 VTM にて実施した。試料の寸法は長さ 200 mm、幅 50 mm、厚さ 0.1 mm とし、サンプル数は 5 とした。判定基準を表 4 に示す。

表 4

| | (単位:秒) | 94VTM-0 | 94VTM-1 | 94VTM-2 |
|---|--------|-----------|------------|------------|
| 各試料の残炎時間(t_1 または t_2) | | ≤ 10 | ≤ 30 | ≤ 30 |
| すべての処理による各組の残炎時間の合計(5 枚の試料の $t_1 + t_2$) | | ≤ 50 | ≤ 250 | ≤ 250 |
| 第 2 接炎後の各試料の残炎時間と残燼時間の合計($t_2 + t_3$) | | ≤ 30 | ≤ 60 | ≤ 60 |
| 試料が 125mm の標線まで残炎または残燼しないか | | しない | しない | しない |
| 発炎物質または滴下物により標識綿が着火したか | | しない | しない | した |

[実施例 11]

PAN (常温の剪断弾性率 1.7×10^7 Pa) を N, N-ジメチルアクリルアミド (以下、DMAc と記す) に溶解させ、25 質量% の PAN の DMAc 溶液を調製した。この溶液 400 質量部に、難燃剤として芳香族縮合リン酸エステル (PX-200; 大八化学工業社製) を 20 質量部添加した後、乾燥膜厚が 0.1 mm 厚となるように、PET 上に塗布、乾燥して製膜し、PAN シートを得た。この PAN シートの PAN 表面に、膜厚換算で 20 nm の Fe-Ni 系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成し、PET を剥がして、電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、PAN シートの温度を常温に保ち、蒸発粒子が 8 eV の粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。

得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をマイクロームで薄片にし、断面にイオン

ビームポリシャーを施し、高分解能透過型電子顕微鏡により複合層の断面を観察した。複合層の膜厚は40 nm (0.040 μ m) であった。

また、1 GHzでの電磁波ノイズ抑制特性の測定、および燃焼試験を行った。結果を表5に示す。

[実施例12]

エポキシ樹脂（硬化前の常温の剪断弾性率 8.0×10^6 Pa、硬化後の常温の剪断弾性率 5×10^9 Pa）100質量部に、硬化剤として2-メチルイミダゾール（四国化成社製）3質量部、難燃剤としてトリフェニルフォスフェート（以下、TPPと記す）（大八化学工業社製）を20質量部、水酸化アルミニウム（以下、Al(OH)₃と記す）50質量部、水酸化マグネシウム（以下、Mg(OH)₂と記す）50質量部を添加した後、膜厚が0.1 mm厚となるようにPET上に塗布、製膜し、エポキシ樹脂シート（Bステージ状態）を得た。このエポキシ樹脂シートのエポキシ樹脂表面に、膜厚換算で15 nmのFe-Ni系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成した。この際、エポキシ樹脂シートの温度を常温に保ち、蒸発粒子が8 eVの粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。ついで、40℃で6時間加熱し、さらに120℃で2時間加熱して、エポキシ樹脂を硬化させ、PETを剥がして、電磁波ノイズ抑制体を得た。

得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をマイクロトームで薄片にし、断面にイオンビームポリシャーを施し、高分解能透過型電子顕微鏡により複合層の断面を観察した。複合層の膜厚は25 nm (0.025 μ m) であった。

また、1 GHzでの電磁波ノイズ抑制特性の測定、および燃焼試験を行った。結果を表5に示す。

[実施例13]

湿式シリカ含有シリコーンゴム（2液型）100質量部に、難燃剤としてジニトロジアミン白金（II）0.2質量部、アセチレンブラック1.0質量部を添加し、150℃で1時間加硫させて0.1 mm厚のシリコーンシートを得た（加硫後の常温の剪断弾性率 1.5×10^7 Pa）。このシリコーンシートの片面に、膜厚換算で15 nmのFe-Ni系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロ

ンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成し、電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、シリコンシートの温度を常温に保ち、蒸発粒子が8 e Vの粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。

得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をマイクロトームで薄片にし、断面にイオンビームポリシャーを施し、高分解能透過型電子顕微鏡により複合層の断面を観察した。複合層の膜厚は30 nm (0.030 μ m) であった。

また、1 GHzでの電磁波ノイズ抑制特性の測定、および燃焼試験を行った。結果を表5に示す。

[比較例8]

表面を酸化させて形成された不導体膜を有する扁平状のFe-Ni系軟磁性金属粉(平均粒径15 μ m、アスペクト比65)300質量部に、以下のようにして調製された結合剤含有溶液Aを100質量部添加してペースト化し、乾燥後の厚さが0.1 mmとなるようにバーコート法で塗工用支持体に塗布して膜を形成し、十分乾燥させた後、真空プレスをし、85℃で24時間キュアリングし、膜を塗工用支持体から剥がして、電磁波ノイズ抑制体を得た。実施例11と同様にして評価を行った。結果を表5に示す。

溶液Aの調製：ポリウレタン樹脂60質量部、硬化剤としてイソシアネート化合物20質量部、難燃剤として芳香族縮合リン酸エステル(PX-200：大八化学工業社製)20質量部を、溶剤(シクロヘキサノンとトルエンとの1：1混合物)400質量部に加え、溶液Aを調製した。

[比較例9]

表面を酸化させて形成された不導体膜を有する扁平状のFe-Ni系軟磁性金属粉(平均粒径15 μ m、アスペクト比65)300質量部に、湿式シリカ含有シリコンゴム(2液型)100質量部、難燃剤としてジニトロジアミン白金(II)0.2質量部、アセチレンブラック1.0質量部を添加し、ミキシングロールで混合し、複合磁性物を得た。複合磁性物を二本ロールで圧延し、0.1 mm厚のシートにした後、150℃で1時間加硫させて、電磁波ノイズ抑制体を得た。実施例11と同様にして評価を行った。結果を表5に示す。

表 5

| | 実施例 11 | 実施例 12 | 実施例 13 | 比較例 8 | 比較例 9 |
|--|--------------|--|--------------------------|-----------------|--------------------------|
| 結合剤 | PAN | エポキシ樹脂 | シリコーン | ウレタン樹脂 | シリコーン |
| 難燃剤 | 芳香族縮合リン酸エステル | TPP, Al(OH) ₃ , Mg(OH) ₂ | ジニトロジアミン白金(II)、アセチレンブラック | 芳香族縮合リン酸エステル | ジニトロジアミン白金(II)、アセチレンブラック |
| 磁性体量(膜厚換算,nm) | 20 | 15 | 15 | — | — |
| 複合層の厚さ(μm) | 0.040 | 0.025 | 0.030 | — | — |
| 反射減衰量(S11)(at 1GHz) | -6.0 | -7.4 | -8.6 | -9.8 | -8.8 |
| 透過減衰量(S21)(at 1GHz) | -6.8 | -5.0 | -7.4 | -0.8 | -1.0 |
| P loss/P in (at 1GHz) | 0.54 | 0.50 | 0.68 | 0.06 | 0.07 |
| 電磁波ノイズ抑制効果 | 良好 | 良好 | 良好 | 不十分 | 不十分 |
| 可撓性 | あり | あり | あり | 外部応力により容易に破壊される | あり |
| t ₁ またはt ₂ (秒) | 12~22 | 7~11 | 2~5 | 評価に 到らず | 26~41 |
| 5枚の試料のt ₁ +t ₂ (秒) | 158 | 91 | 36 | | 264 |
| t ₂ +t ₃ (秒) | 15~40 | 12~26 | 2~7 | | 45~64 |
| 試料が125mmの標線まで 残炎または残燼しないか | しない | しない | しない | | しない |
| 発炎物質または滴下物により 標識綿が着火したか | しない | しない | しない | | しない |
| UL94 判定 | VTM-1 | VTM-1 | VTM-0 | | × |

表5の結果から、1GHzにおけるP loss/P inは、実施例11~13において良好な数値を示しており、電磁波ノイズ抑制効果に優れていることが確認された。比較例8、9は、軟磁性体粉と結合剤とを単に混合しているだけであるため、厚さが0.1mmと薄いときには1GHzにおけるP loss/P inは0.1以下であり、電磁波ノイズ抑制効果は非常に低かった。また、比較例8においては、0.1mm程度の薄型化も困難であり、難燃性の評価までにも到らなかった。

難燃性に関しては、実施例11~13は、結合剤中に十分な難燃剤が添加されているので、実施例11、12でVTM-1、シリコーンゴムを用いた実施例13でVTM-0を達成しており、実施例11~13の電磁波ノイズ抑制体は十分な難燃性を有していた。一方、比較例9は、実施例13と同等の難燃剤が添加さ

れているが、軟磁性体粉を用いているため、難燃性は十分に得られなかった。

[実施例 14]

エポキシ樹脂（硬化前の常温の剪断弾性率 8.0×10^6 Pa、硬化後の常温の剪断弾性率 5×10^9 Pa）100質量部に、硬化剤として2-メチルイミダゾール（四国化成社製）3質量部を添加した後、 $25 \mu\text{m}$ 厚のポリイミド樹脂フィルム（カプトン 100EN、東レ・ディポン社製）上に、膜厚が $15 \mu\text{m}$ となるように塗布、製膜し、Bステージ状態のエポキシ樹脂と難燃性樹脂フィルムとからなる積層体を得た。この積層体のエポキシ樹脂面に、膜厚換算で 10 nm のFe-Ni系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成した。この際、エポキシ樹脂面の温度を常温に保ち、蒸発粒子が 8 eV の粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。ついで、 40°C で6時間加熱し、さらに 120°C で2時間加熱して、エポキシ樹脂を硬化させ、電磁波ノイズ抑制体を得た。

得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をマイクロームで薄片にし、断面にイオンビームポリシャーを施し、高分解能透過型電子顕微鏡により複合層の断面を観察した。複合層の膜厚は 25 nm ($0.025 \mu\text{m}$)であった。

また、 1 GHz での電磁波ノイズ抑制特性の測定、および燃焼試験を行った。結果を表6に示す。

[実施例 15]

湿式シリカ含有シリコーンゴム（2液型）（加硫後の常温の剪断弾性率 1.5×10^7 Pa）を、 $25 \mu\text{m}$ 厚のポリエーテルサルホン樹脂フィルム（スミライト FS-13000、住友ベークライト社製）上に $20 \mu\text{m}$ 厚となるように押出ラミネートした後、 150°C で1時間加硫させて積層体を得た。この積層体のシリコーン面に、膜厚換算で 15 nm のFe-Ni系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成し、電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、シリコーンシートの温度を常温に保ち、蒸発粒子が 8 eV の粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。

得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をミクロトームで薄片にし、断面にイオンビームポリシャーを施し、高分解能透過型電子顕微鏡により複合層の断面を観察した。複合層の膜厚は30 nm (0.030 μ m) であった。

また、1 GHzでの電磁波ノイズ抑制特性の測定、および燃焼試験を行った。結果を表6に示す。

[実施例16]

PAN (常温の剪断弾性率 1.7×10^7 Pa) をDMAcに溶解させ、25質量%のPANのDMAc溶液を調製した。この溶液を、50 μ m厚のフッ素樹脂フィルム (アフレックス 50N-NT、旭硝子社製) 上に、パーコーターにて塗布し、乾燥PANの膜厚が10 μ mとなるように製膜し、積層体を得た。この積層体のPAN面に、膜厚換算で20 nmのFe-Ni系軟磁性金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により物理的に蒸着させ、複合層を形成し、電磁波ノイズ抑制体を得た。この際、PANシートの温度を常温に保ち、蒸発粒子が8 eVの粒子エネルギーを持つようわずかに負の電圧を印加し、スパッタを行った。

得られた電磁波ノイズ抑制体の一部をミクロトームで薄片にし、断面にイオンビームポリシャーを施し、高分解能透過型電子顕微鏡により複合層の断面を観察した。複合層の膜厚は30 nm (0.030 μ m) であった。

また、1 GHzでの電磁波ノイズ抑制特性の測定、および燃焼試験を行った。結果を表6に示す。

[比較例10]

表面を酸化させて形成された不導体膜を有する扁平状のFe-Ni系軟磁性金属粉 (平均粒径15 μ m、アスペクト比65) 300質量部に、湿式シリカ含有シリコーンゴム (2液型) 100質量部を添加し、ミキシングロールで混合し、複合磁性物を得た。複合磁性物を、25 μ m厚のポリイミド樹脂フィルム (カプトン 100EN、東レ・ディポン社製) 上に、複合磁性体層の厚さが20 μ mとなるように押出ラミネートした後、150℃で1時間加硫させて、電磁波ノイズ抑制体を得た。実施例14と同様にして評価を行った。結果を表6に示す。

表 6

| | 実施例 14 | 実施例 15 | 実施例 16 | 比較例 10 |
|---|---------|--------------|--------|---------|
| 結合剤 | エポキシ樹脂 | シリコーンゴム | PAN | シリコーンゴム |
| 難燃性樹脂 | ポリイミド樹脂 | ポリエーテルサルホン樹脂 | フッ素樹脂 | ポリイミド樹脂 |
| 難燃性樹脂層厚さ(μm) | 25 | 25 | 50 | 25 |
| 磁性体量(膜厚換算,nm) | 10 | 15 | 20 | — |
| 複合層の厚さ(μm) | 0.025 | 0.030 | 0.030 | — |
| 反射減衰量(S11)(at 1GHz) | -6.0 | -8.2 | -7.0 | -9.5 |
| 透過減衰量(S21)(at 1GHz) | -7.4 | -7.9 | -6.1 | -0.9 |
| Ploss/Pin (at 1GHz) | 0.57 | 0.69 | 0.56 | 0.07 |
| t ₁ または t ₂ (秒) | 2~4 | 8~14 | 2~5 | 15~24 |
| 5枚の試料の t ₁ +t ₂ (秒) | 40 | 106 | 34 | 198 |
| t ₂ +t ₃ (秒) | 2~6 | 11~23 | 0~4 | 24~42 |
| 試料が 125mm の標線まで 残炎または残燼しないか | しない | しない | しない | しない |
| 発炎物質または滴下物により 標識綿が着火したか | しない | しない | しない | しない |
| UL94 判定 | VTM-0 | VTM-1 | VTM-0 | VTM-1 |
| 総合 | ◎ | ○ | ◎ | × |

表6の結果から、1GHzにおけるPloss/Pinは、実施例14~16において良好な数値を示しており、電磁波ノイズ抑制効果に優れていることが確認された。比較例10は、軟磁性体粉と結合剤とを単に混合しているだけであるため、複合磁性体層の厚さが100 μm と薄いときには1GHzにおけるPloss/Pinは0.1以下であり、電磁波ノイズ抑制効果は非常に低かった。

難燃性に関しては、実施例14~16は、優れた難燃特性を有する樹脂材料を用いているので、実施例14、16でVTM-0、実施例15でVTM-1を達成しており、実施例14~16の電磁波ノイズ抑制体は十分な難燃性を有していた。比較例10に関しては難燃性樹脂を用いているので、VTM-1を達成したものの、100 μm の厚さの複合磁性体層があるにも関わらず電磁波ノイズ抑制効果がなく、また、磁性体粉末を多量に使用しているので、重く、可撓性に乏しいものであった。(表中、「総合」の項目において、◎は、電磁波ノイズ抑制効果が高く、難燃性がVTM-0を達成したものを示し、○は、電磁波ノイズ抑制

効果が高く、難燃性がV T M-1を達成したものを示し、×は電磁波ノイズ抑制効果および／または難燃性が低かったものを示す。)

実施例17～20、比較例11および比較例12において、基体の剪断弾性率は、基体材料を試料として用い、J I S K 6254に準拠して常温で測定した。

[実施例17]

図8に示す電磁波ノイズ抑制体を下記条件で作製した。

(導電性充填剤および誘電体粉末の分散された基体)

平均粒径1 μm のチタン酸バリウムからなる誘電体粉末15 vol %と、平均粒径3.5 μm の鱗片状銀粉からなる導電性充填剤30 vol %を分散添加したシリコーンゴムを調製し、これを基体材料(常温の剪断弾性率 $8.3 \times 10^8 \text{ Pa}$ 、常温の炭酸ガス透過率 $2.1 \times 10^{-7} [\text{cm}^3 (\text{STP}) / (\text{cm}^2 \times \text{sec} \times \text{cmHg})]$ 、湿式シリカ含有)とした。

支持体層となる厚み12 μm のPETフィルム(常温での剪断弾性率 $3.8 \times 10^9 \text{ Pa}$)の上に、上記で得た基体材料を塗布し、厚み10 μm の基体を設けた。

(複合層)

前記基体表面に、膜厚換算で30 nmのFe-Ni系軟磁性体金属をスパッタして複合層を形成させ、電磁波ノイズ抑制体を得た。スパッタは、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により、基体温度を常温に保ち、8 eVの粒子エネルギーを持つようにわずかにバイアス電圧を印加して行った。

得られた電磁波ノイズ抑制体の表面抵抗を直流4端子法で測定したところ $2 \times 10^2 \Omega / \square$ であり、電磁波ノイズ抑制体の総厚みは19 μm であった。

[実施例18]

図13に示す電磁波ノイズ抑制体を下記条件で作製した。

(導電体層)

支持フィルムである9 μm 厚みのPIフィルム上に、45 nm厚みでAg金属を、及び80 nm厚みでNi金属を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法

により物理蒸着させて金属層を形成し、表面抵抗 $0.2 \Omega/\square$ (4端子法) の導電体層を作製した。

(基体)

次いで、この導電体層の金属成膜面上に、導電性充填剤を含まない以外は実施例 17 と同様の基体材料 (常温の剪断弾性率 $6.5 \times 10^7 \text{ Pa}$ 、常温の炭酸ガス透過率 $2.3 \times 10^{-7} [\text{cm}^3 (\text{STP}) / (\text{cm}^2 \times \text{sec} \times \text{cmHg})]$ 、湿式シリカ含有) を塗布し、 $10 \mu\text{m}$ 厚みの基体を形成した。

(複合層)

前記基体の表面に、膜厚換算で 50 nm の、Ni 金属からなる強磁性体を、対向ターゲット型マグネトロンスパッタ法により、 100 eV の粒子エネルギーを持つようにバイアス電圧を印加してスパッタし、表面抵抗 $6 \times 10^3 \Omega/\square$ の総厚み $19.125 \mu\text{m}$ である電磁波ノイズ抑制体を得た。

[実施例 19]

実施例 17 の基体材料から導電性充填剤および誘電体粉末の分散添加を除いたシリコーンゴム (常温の剪断弾性率 $1.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ 、常温の炭酸ガス透過率 $2.2 \times 10^{-7} [\text{cm}^3 (\text{STP}) / (\text{cm}^2 \times \text{sec} \times \text{cmHg})]$ 、湿式シリカ含有) を用いて基体を形成した以外は、実施例 18 と同様の電磁波ノイズ抑制体を得た。

[実施例 20]

(導電体層)

支持フィルムを設けず、金属線編組体である平織り 165 メッシュの SUS 網 (線径 0.05 mm Φ 、目開き 0.104 mm 、空隙率 43.9%) を導電体層とした。

(基体)

次いで、この導電体層の金属編組体に、実施例 18 と同様の基体材料を用いて $10 \mu\text{m}$ 厚みの基体を設けた。

(複合層)

実施例 18 と同様のスパッタを前記基体の表面に行い、総厚み $110 \mu\text{m}$ である電磁波ノイズ抑制体を得た。

[比較例 11]

表面を酸化させ不導体膜を形成させた扁平状Fe-Ni系軟磁性金属粉（平均粒径 $15\mu\text{m}$ 、アスペクト比65）94質量部に、ポリウレタン樹脂5質量部、硬化剤としてイソシアネート化合物1質量部、溶剤（シクロヘキサンとトルエンの1:1混合物）30質量部を加えたペーストを調製した。このペーストを、金属線編組体である平織り165メッシュのSUS網（線径 $0.05\text{mm}\Phi$ 、目開き 0.104mm 、空隙率43.9%）に、乾燥後の厚みが $510\mu\text{m}$ となるようにバーコート法で塗布して機能層を形成し、十分に乾燥させた。その後、真空プレスし、 85°C で24時間キュアリングして、機能層の膜厚 $500\mu\text{m}$ で、総厚み $1,120\mu\text{m}$ の電磁波ノイズ抑制体とした。

[比較例 12]

金属箔として厚み $100\mu\text{m}$ の銅箔を、そのまま後述の評価に供した。

(評価)

実施例17~20、比較例11、および比較例12において、評価は下記条件で行った。

断面観察：日立製作所製 透過型電子顕微鏡H9000NARを用いた。

電磁波の伝導ノイズ特性：キーコム製 近傍界用電磁波ノイズ抑制測定装置を用いて、マイクロストリップライン（MSL）法によるS11（反射減衰量）とS21（透過減衰量）を測定した。また、そのパワーロス値を評価した。

ここで、パワーロス値は、電磁波ノイズ抑制機能の反射・透過特性の総合的な指標であって、次式で求められ、0~1の値をとる。伝送特性のS11とS21の変化を図33のようにして調べて、パワーロス値を次式より求めた。

$$\text{パワーロス値} (P_{\text{loss}}/P_{\text{in}}) = 1 - (|\Gamma|^2 + |T|^2)$$

$$S_{11} = 20 \log |\Gamma|$$

$$S_{21} = 20 \log |T|$$

ネットワークアナライザーとしては、アンリツ製 ベクトルネットワークアナライザー37247Cを用い、 50Ω のインピーダンスを持つマイクロストリップラインのテストフィクスチャーとしては、キーコム製のTF-3Aを用いた。

電磁波の放射ノイズ特性：キーコム製の $\Phi 2\text{mm}$ （ 2mm 径）のマイクロルー

プを用い近傍界用電磁反射ノイズ特性をマイクロループアンテナ法によって、内部減結合率および相互結合率をアドバンテスト (ADVANTEST) 社製 スペクトラムアナライザー R 3 1 3 2 を用いて測定した。

結果のまとめを表 7 に、マイクロストリップライン (MSL) 法による伝導ノイズ特性 (S_{11} 、 S_{21}) とパワーロス特性を図 3 1 から図 4 2 に、マイクロループ法による放射ノイズの減衰特性 (内部減結合レベル、相互減結合レベル) を図 4 3 と図 4 4 に示す。

表 7

| | 実施例17 | 実施例18 | 実施例19 | 実施例20 | 比較例11 | 比較例12 |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| 支持体層または支持フィルム | PET | PI | PI | なし | なし | — |
| 厚さ(μm) | 12 | 9 | 9 | — | — | — |
| 基体 | シリコンゴム | シリコンゴム | シリコンゴム | シリコンゴム | ポリウレタン樹脂 | — |
| 導電性充填剤 (粒子径、 μm) | Ag粉 (3.5) | — | — | — | — | — |
| 誘電体粉末 (粒子径、 μm) | チタン酸 バリウム (1.0) | チタン酸 バリウム (1.0) | — | チタン酸 バリウム (1.0) | — | — |
| 剪断弾性率(Pa) | 8.3×10^8 | 6.5×10^7 | 1.2×10^7 | 6.5×10^7 | — | — |
| 厚さ(μm) | 10 | 10 | 10 | 10 | 500 | — |
| 磁性体 | Fe-Ni | Ni | Ni | Ni | Fe-Ni系 扁平状 金属粉 | — |
| 磁性体量(膜厚換算、nm) | 30 | 50 | 50 | 50 | — | — |
| 物理蒸着方法 | 対向ター ゲット蒸着 | 対向ター ゲット蒸着 | 対向ター ゲット蒸着 | 対向ター ゲット蒸着 | — | — |
| 表面抵抗(Ω/\square) | 2×10^2 | 1.5×10^3 | 1.5×10^3 | 1.5×10^3 | — | — |
| 複合層の厚さ(μm) | 約0.05 | 約0.1 | 約0.1 | 約0.1 | — | — |
| 誘電体層 | なし | Ag+Ni | Ag+Ni | 165mesh SUS網 | 165mesh SUS網 | Cu箔 |
| 厚さ(μm) | — | 0.125 | 0.125 | 100 | 100 | 100 |
| 形成方法 | — | 支持フィル ムに物理 蒸着 | 支持フィル ムに物理 蒸着 | — | — | — |
| 固有抵抗値($\Omega\text{-cm}$) | 300* | 0.07 | 0.07 | (1.2) | (1.2) | 2×10^{-6} |
| 電磁波ノイズ抑制体の厚さ(μm) | 22 | 19.125 | 19.125 | 110 | 600 | 100 |
| 比重 | 2.5 | 1.3 | 1.3 | 2.1 | 3.3 | 8.9 |
| 可撓性 | ゴム状弾 性を示し、 可撓性が 良好。 | 支持フィル ムの可撓 性を示す 。 | 支持フィル ムの可撓 性を示す 。 | 金属織物 の柔軟性 を示す。 | 厚く、重く 、硬く、欠 け易い。 | 金属箔 |
| MSL(S11)(dB at 1GHz) | -7.07 | -6.38 | -6.38 | -7.37 | -7.93 | — |
| MSL(S21)(dB at 1GHz) | -5.29 | -3.93 | -4.53 | -4.69 | -2.29 | — |
| パワーロス (at 1GHz) | 0.45 | 0.6 | 0.55 | 0.48 | 0.23 | — |
| 近傍界伝導ノイズ抑制効果 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | — |
| マイクロループ(内部減結合率) (dB at 0.8GHz) | -5.3 | -3.0 | -3.5 | -6.5 | -6.9 | +3.5 |
| マイクロループ(相互結合率) (dB at 0.8GHz) | -15.9 | -26.5 | -24.1 | -16.7 | -14.6 | -36.6 |
| 近傍界放射ノイズ抑制効果 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | — |

(* : 基体の固有抵抗値を示す。)

実施例 17～20 の電磁波ノイズ抑制体は、基体の一部と磁性体とが一体化した複合層を有し、マイクロストリップライン法による伝導ノイズ評価において、特に、透過減衰量が、 $-3.93 \sim -5.29 \text{ dB}$ (at 1 GHz) と大きな減衰特性を有するものであった。パワーロス値においても、 0.45 以上 (at 1 GHz) の性能を発現していた。比較例 11 の構成物において、機能層が $500 \mu\text{m}$ ほどの厚みを要しても透過減衰量が -2.29 (at 1 GHz) であることと比較しても、実施例の電磁波ノイズ抑制体は、薄くて特異的に大きな減衰が見られるものであった。

また、マイクロループアンテナ法による放射ノイズ評価においては、比較例 12 の金属箔においては内部結合レベルで、アンテナや共振の現象により放射ノイズが助長され、プラス側の値を示すのに対し、本発明に係る実施例 17～20 の電磁波ノイズ抑制体では、 $-3.0 \sim -6.5 \text{ dB}$ (at 0.8 GHz) とで抑制機能を発現していることが示されている。

以上、実施例 17～20 の電磁波ノイズ抑制体は、電磁波のシールド機能である遮蔽効果を有すると共に、近傍界における電磁波の伝導ノイズおよび放射ノイズを抑制する機能を兼ね備えていることが示された。

また、電子機器のハウジング内部に添付したり、電子部品あるいは電子部品の配備された配線基板（基板）表面を直接被覆することが可能な可撓性を有し、薄型化して配線基板間に挿入した場合においても、放射や反射による電磁結合の増大化を抑制できることが示された。

産業上の利用可能性

本発明の電磁波ノイズ抑制体は、電子機器、電子部品等の被覆に用いることができ、準マイクロ波帯域全体にわたって十分な電磁波ノイズ抑制効果を発揮しつつ、電子機器、電子部品の小型化、軽量化を図ることができる。

請 求 の 範 囲

1. 結合剤を含有する基体と、
前記基体の一部の結合剤と磁性体とが一体化してなる複合層と
を有することを特徴とする電磁波ノイズ抑制体。
2. 前記複合層が、前記基体表面に磁性体を物理的に蒸着させてなる層であることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。
3. 複合層の厚さあたりの電磁波最大透過減衰量が、 $-0.5 \sim -500$ dB/ μ mであることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。
4. 電磁波最大透過減衰量が、 $-10 \sim -50$ dBであることを特徴とする請求項3記載の電磁波ノイズ抑制体。
5. 電磁波最大透過減衰量を示す周波数における最大反射減衰量が、 $-6 \sim -50$ dBであることを特徴とする請求項3記載の電磁波ノイズ抑制体。
6. 1 GHzにおけるパワーロス値が $0.3 \sim 0.65$ であることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。
7. 前記複合層の厚さが、 $0.005 \sim 20$ μ mであることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。
8. 前記複合層の厚さが、 $0.005 \sim 3$ μ mであることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。
9. 前記複合層の厚さが、 $0.005 \sim 1$ μ mであることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。

10. 前記複合層の厚さが、 $0.005 \sim 0.3 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。

11. 比重が $0.9 \sim 1.5$ であることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。

12. 請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体を複数積層してなることを特徴とする電磁波ノイズ抑制体。

13. 前記結合剤が、樹脂またはゴムであることを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。

14. 前記結合剤が、硬化性樹脂であることを特徴とする請求項2記載の電磁波ノイズ抑制体。

15. 前記結合剤の剪断弾性率が $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^{10} \text{Pa}$ であることを特徴とする請求項2記載の電磁波ノイズ抑制体。

16. 前記結合剤の剪断弾性率が $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^7 \text{Pa}$ であることを特徴とする請求項2記載の電磁波ノイズ抑制体。

17. 熱伝導性充填剤を含有する熱伝導層を有することを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。

18. 支持体層を有することを特徴とする請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体。

19. 前記基体が、非ハロゲン系でありかつ非アンチモン系である難燃剤を含

有することを特徴とする請求項 1 記載の電磁波ノイズ抑制体。

20. 難燃性樹脂層を有することを特徴とする請求項 1 記載の電磁波ノイズ抑制体。

21. 前記基体が、導電性充填剤を含有することを特徴とする請求項 1 記載の電磁波ノイズ抑制体。

22. 前記導電性充填剤が、金属粉、金属繊維、金属被覆微粒子、カーボン微粒子、およびカーボンナノチューブからなる群から選ばれる少なくとも 1 種類の導電性微粉末であることを特徴とする請求項 21 記載の電磁波ノイズ抑制体。

23. 導電体層を有することを特徴とする請求項 1 記載の電磁波ノイズ抑制体。

24. 前記導電体層が、金属箔、金属繊維布、導電繊維布、金属線編組体、導電繊維編組体、導電性充填剤の分散された有機高分子層、および導電性フィルムから選ばれる少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 23 に記載の電磁波ノイズ抑制体。

25. 前記導電性フィルムが、支持フィルムと、該支持フィルムに金属が物理蒸着されてなる厚さ 5 ～ 500 nm の金属層とからなることを特徴とする請求項 24 記載の電磁波ノイズ抑制体。

26. 前記金属層が、対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法によって形成されたものであることを特徴とする請求項 25 記載の電磁波ノイズ抑制体。

27. 前記基体が、誘電体粉末を含有することを特徴とする請求項 1 記載の電

磁波ノイズ抑制体。

28. 前記誘電体粉末が、チタン酸バリウム系セラミック、チタン酸ジルコン酸系セラミック、および鉛ペロブスカイト系セラミックからなる群から選ばれる少なくとも1種であることを特徴とする請求項27記載の電磁波ノイズ抑制体。

29. 結合剤を含有する基体表面に磁性体を物理的に蒸着させて、基体表面に複合層を形成する蒸着工程を有することを特徴とする電磁波ノイズ抑制体の製造方法。

30. 対向ターゲット型マグネトロンスパッタリング法によって、結合剤を含む基体表面に磁性体を物理的に蒸着させることを特徴とする請求項29記載の電磁波ノイズ抑制体の製造方法。

31. 結合剤を含む基体表面に磁性体を粒子エネルギー5～1000 eVで物理的に蒸着させることを特徴とする請求項29記載の電磁波ノイズ抑制体の製造方法。

32. 磁性体の蒸着質量が、磁性体単品の膜厚換算値で0.5～200 nmであることを特徴とする請求項29記載の電磁波ノイズ抑制体の製造方法。

33. 結合剤を含有する基体に他の層を積層して積層体を製造する積層体製造工程と、

基体表面に磁性体を物理的に蒸着させて、基体表面に複合層を形成する蒸着工程と

を有することを特徴とする電磁波ノイズ抑制体の製造方法。

34. 物品の表面の少なくとも一部が、請求項1記載の電磁波ノイズ抑制体によって被覆されていることを特徴とする電磁波ノイズ抑制機能付物品。

35. 前記物品が、電子部品であることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

36. 前記物品が、電子部品を搭載した印刷配線板であることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

37. 前記印刷配線板が、フレキシブル印刷配線板であることを特徴とする請求項36記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

38. 前記物品が、電気コネクタであることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

39. 前記電気コネクタが、フレキシブルコネクタであることを特徴とする請求項38記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

40. 前記物品が、フラットケーブルであることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

41. 前記物品が、押釦スイッチ用キートップ部材であることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

42. 前記物品が、プレフォーム用インサートシートであることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

43. 前記物品が、半導体集積回路であることを特徴とする請求項34記載の電磁波ノイズ抑制機能付物品。

44. 物品の表面の少なくとも一部を結合剤を含有する基体で被覆する被覆工

程と、

基体表面に磁性体を物理的に蒸着させて、基体表面に複合層を形成する蒸着工程と

を有することを特徴とする電磁波ノイズ抑制機能付物品の製造方法。

1/27

図 1

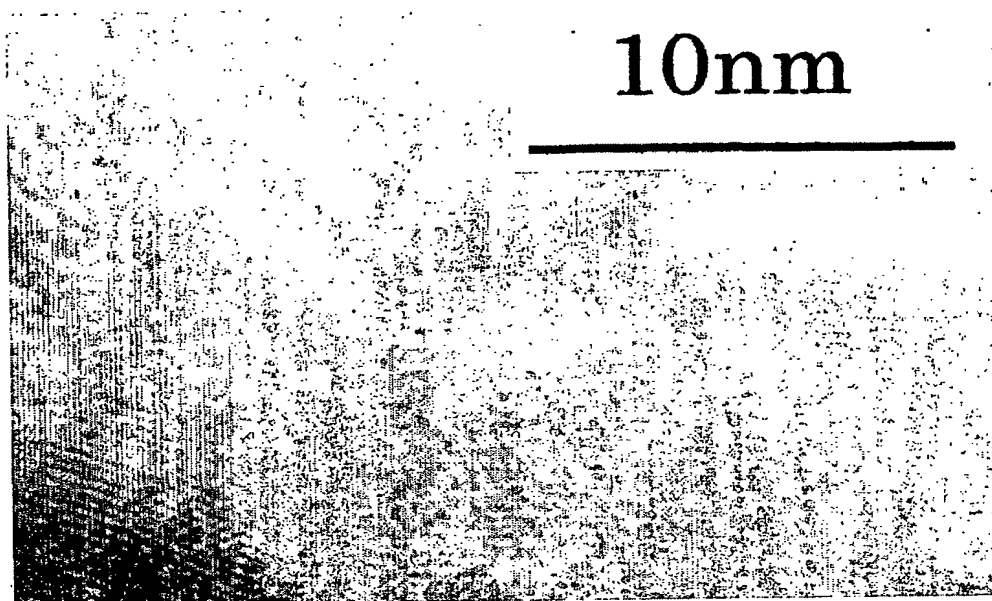
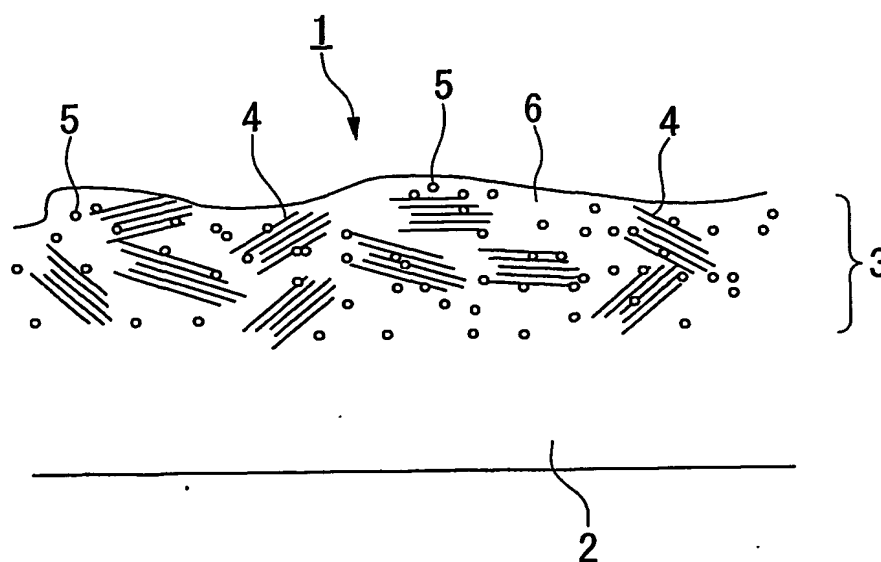
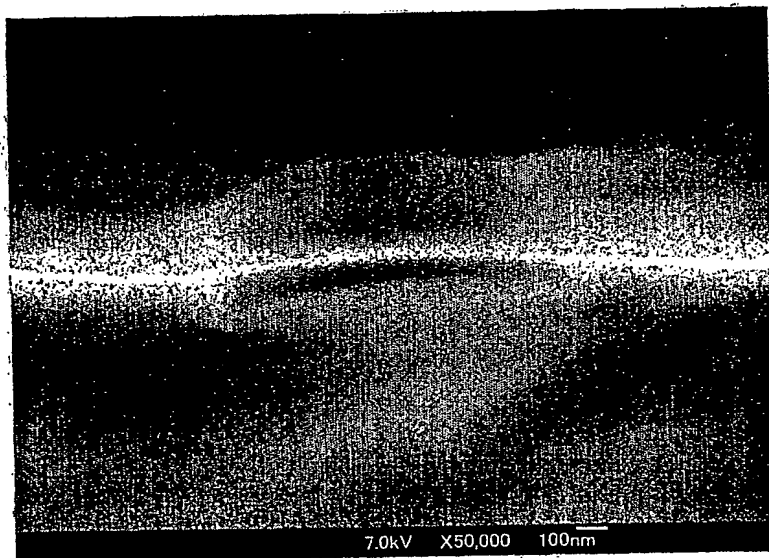


図 2



2/27

図 3



3/27

図 4

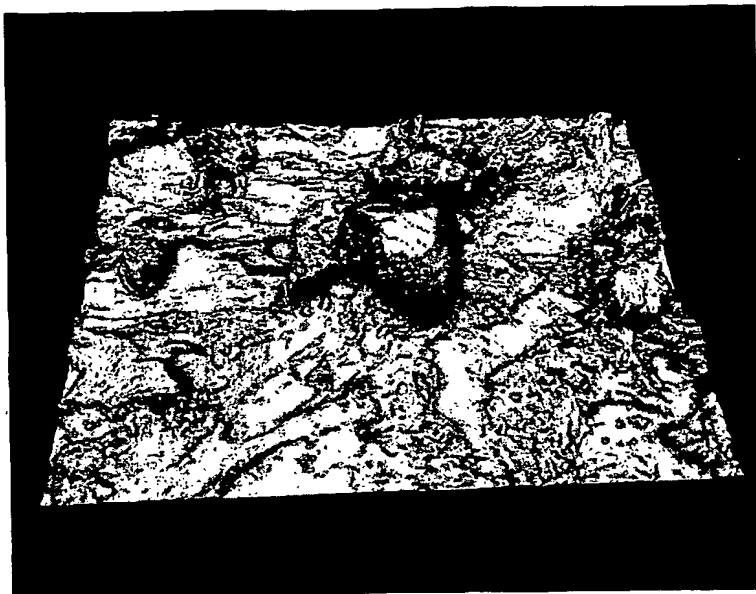
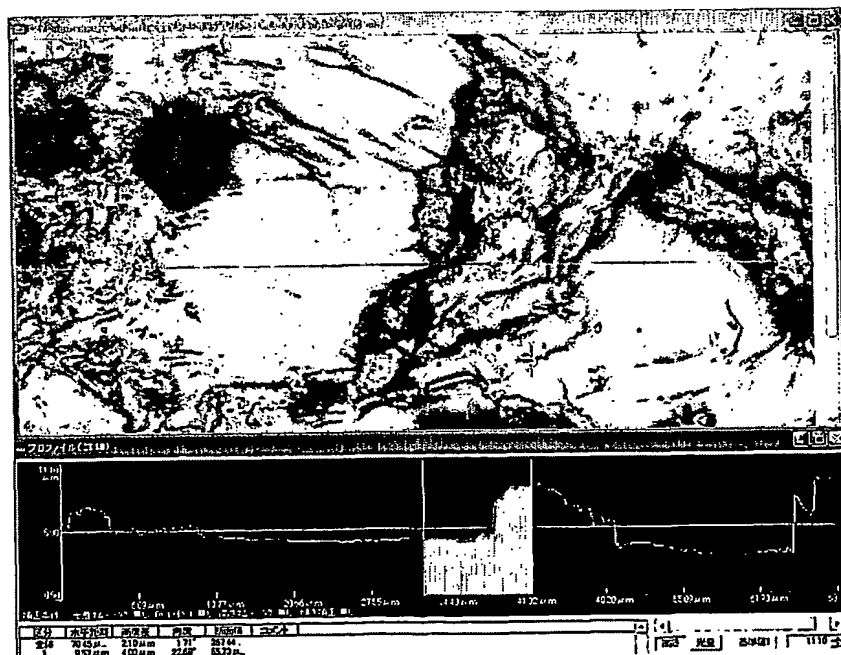


図 5



4/27

図 6

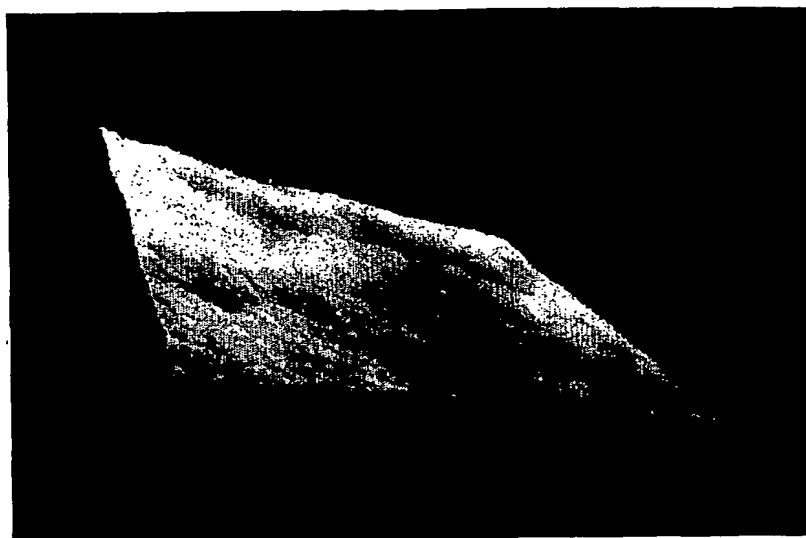
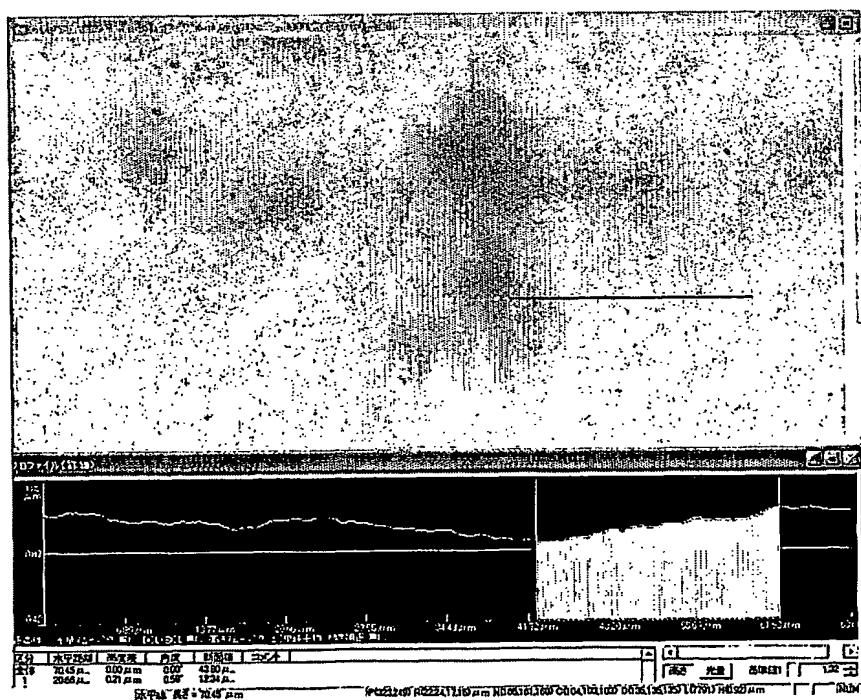


図 7



5/27

図 8

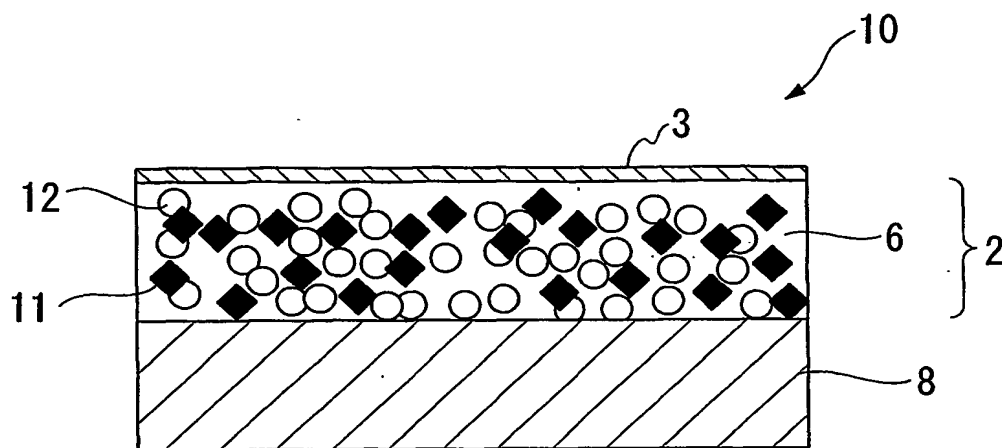
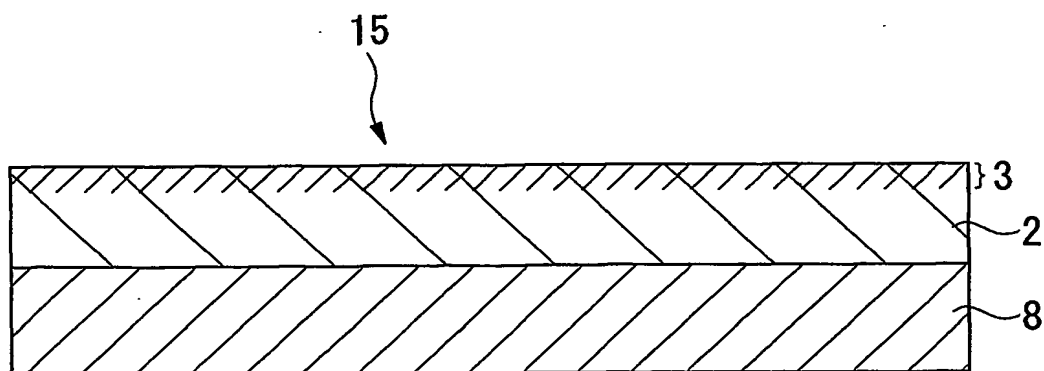


図 9



6/27

図 1 0

20

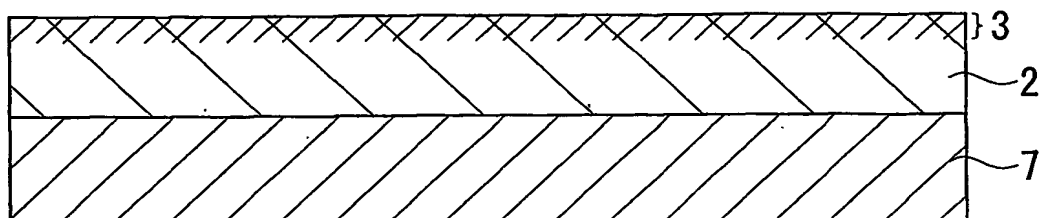


図 1 1

21

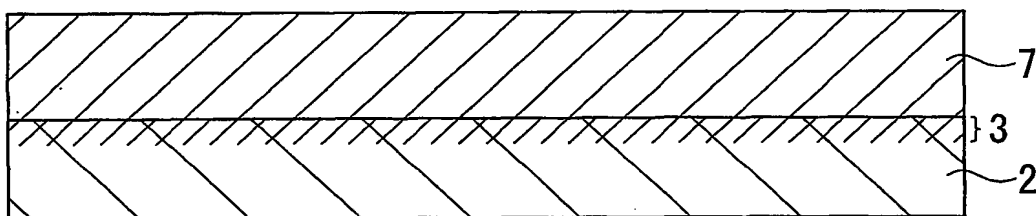
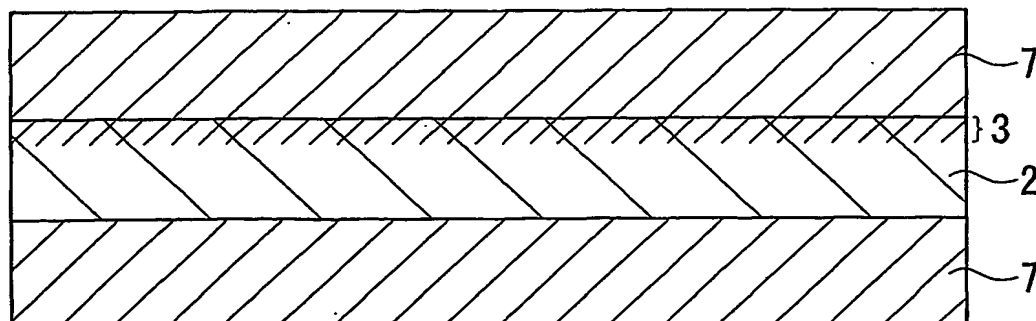


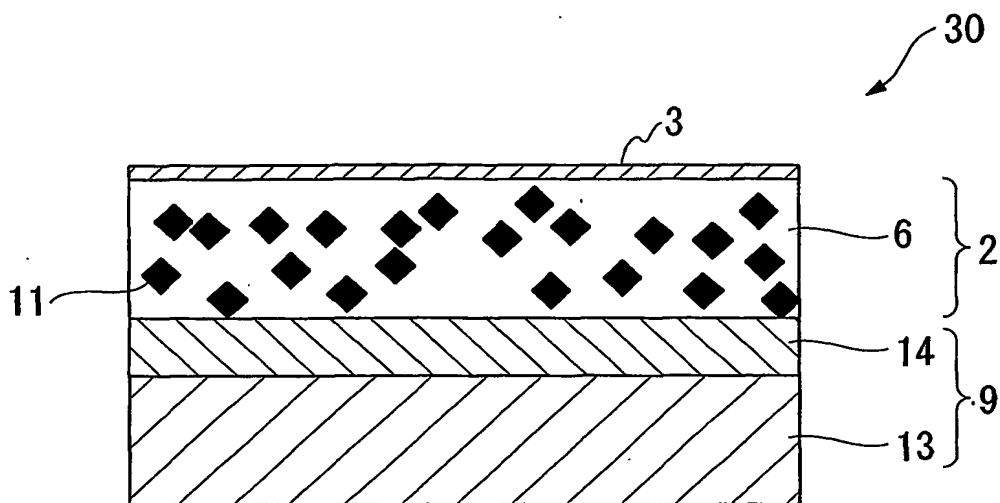
図 1 2

22



7/27

図 1 3



8/27

図 1 4

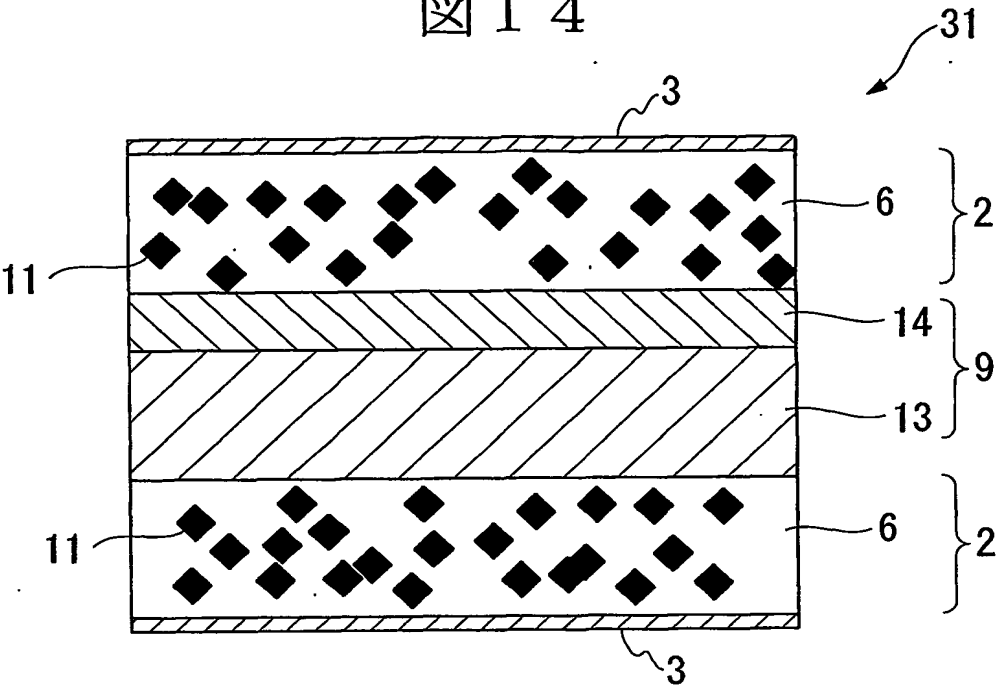
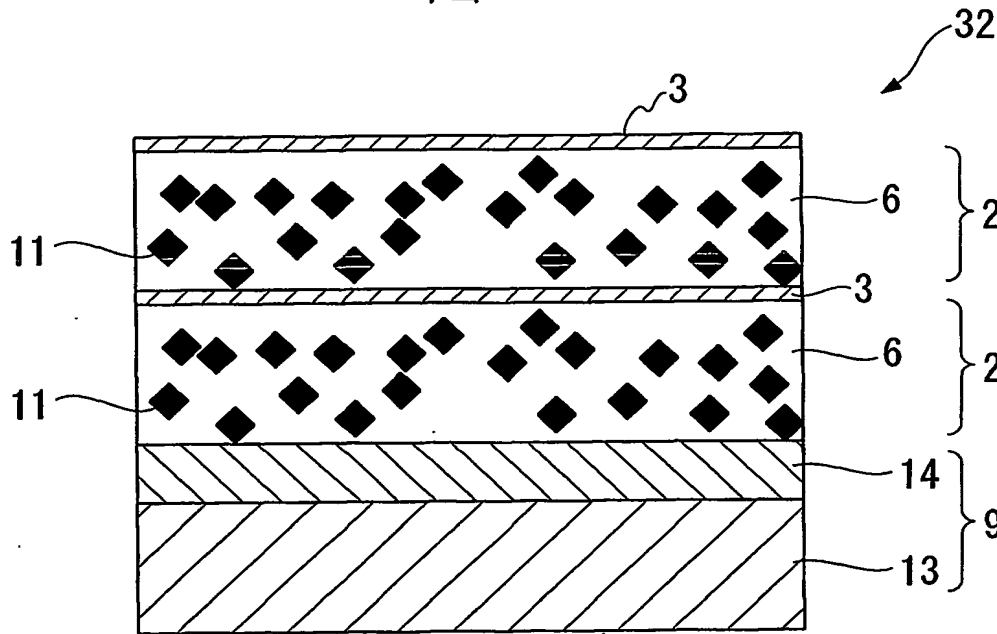
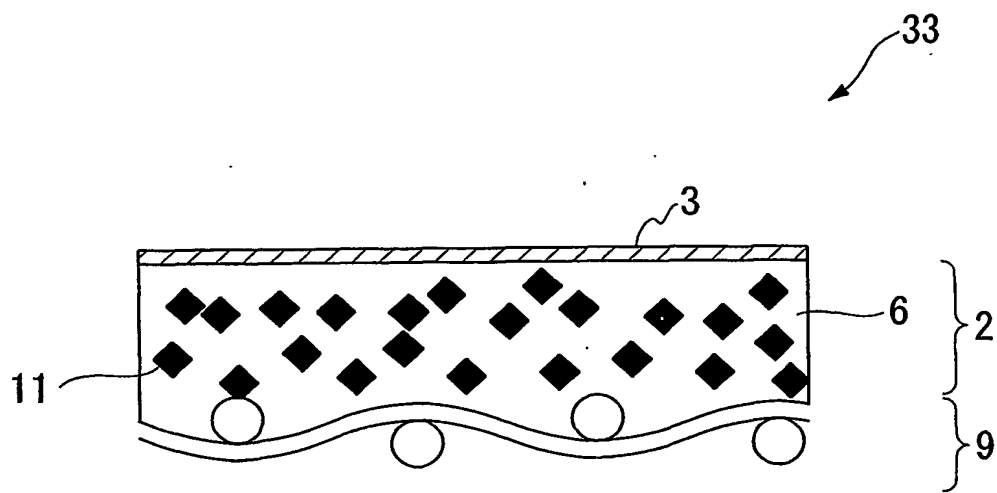


図 1 5



9/27

図 1 6



10/27

図 1 7

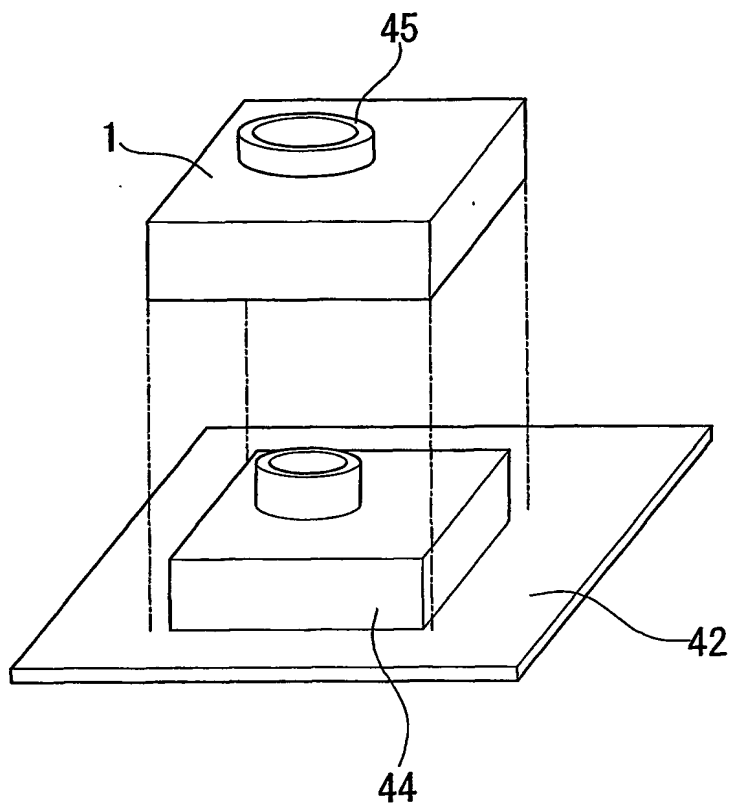
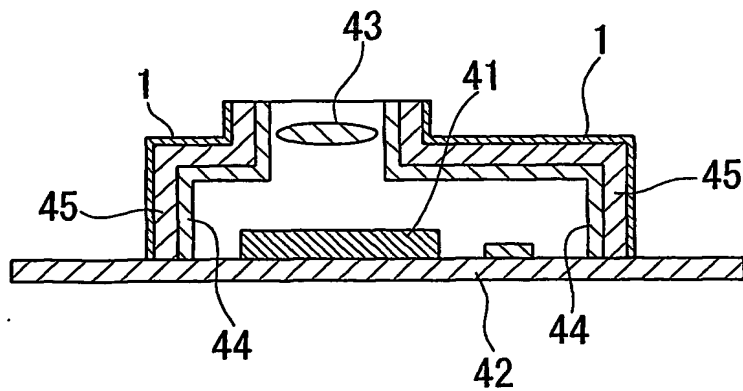
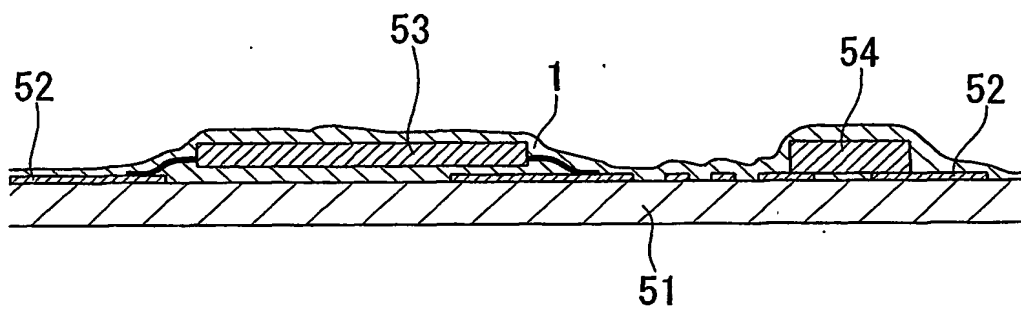


図 1 8



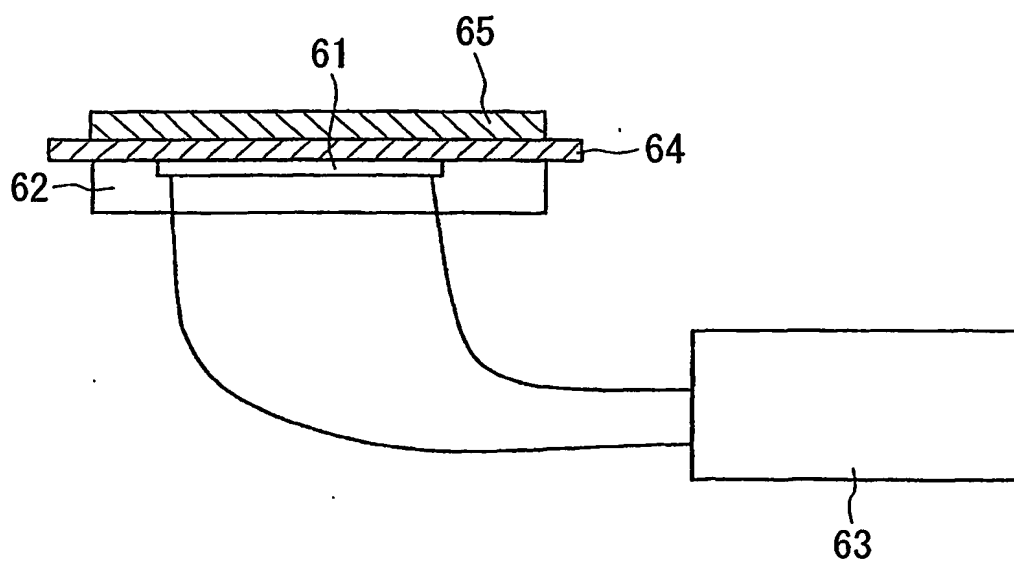
11/27

図 1 9



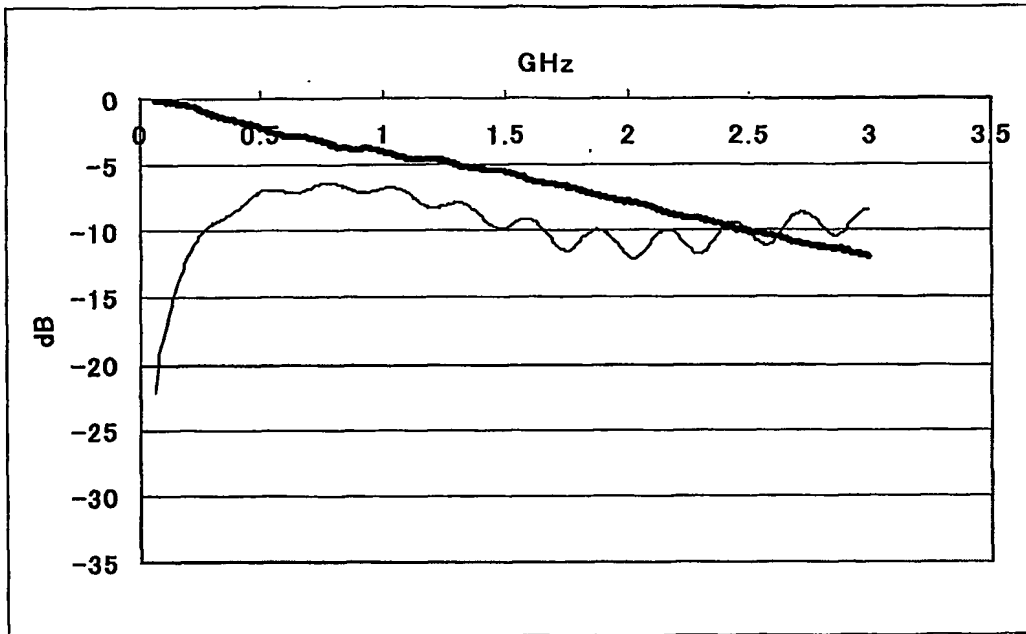
12/27

図 20



13/27

図 2 1



14/27

図 2 2

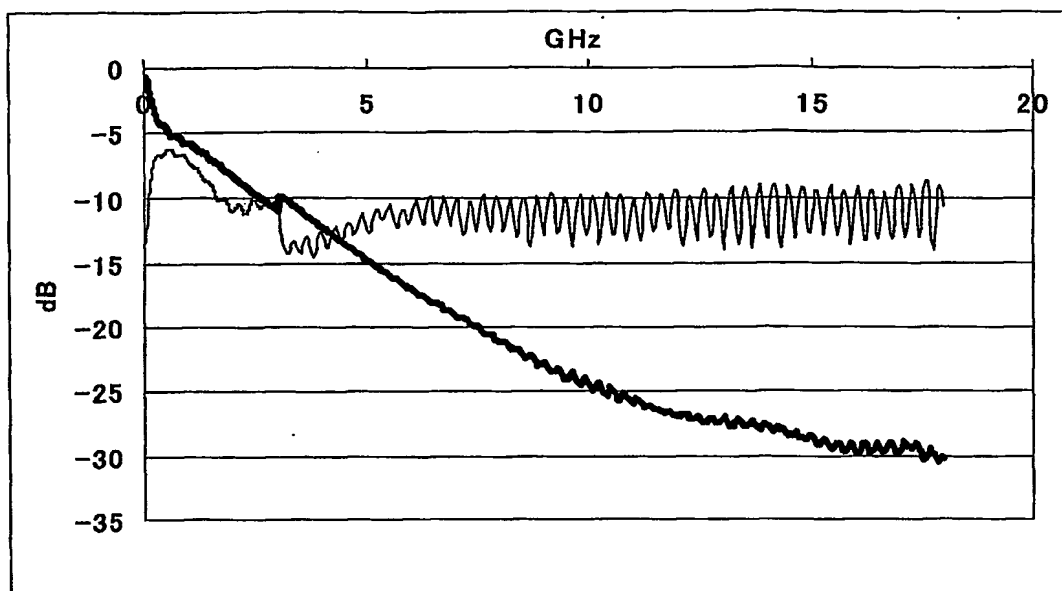
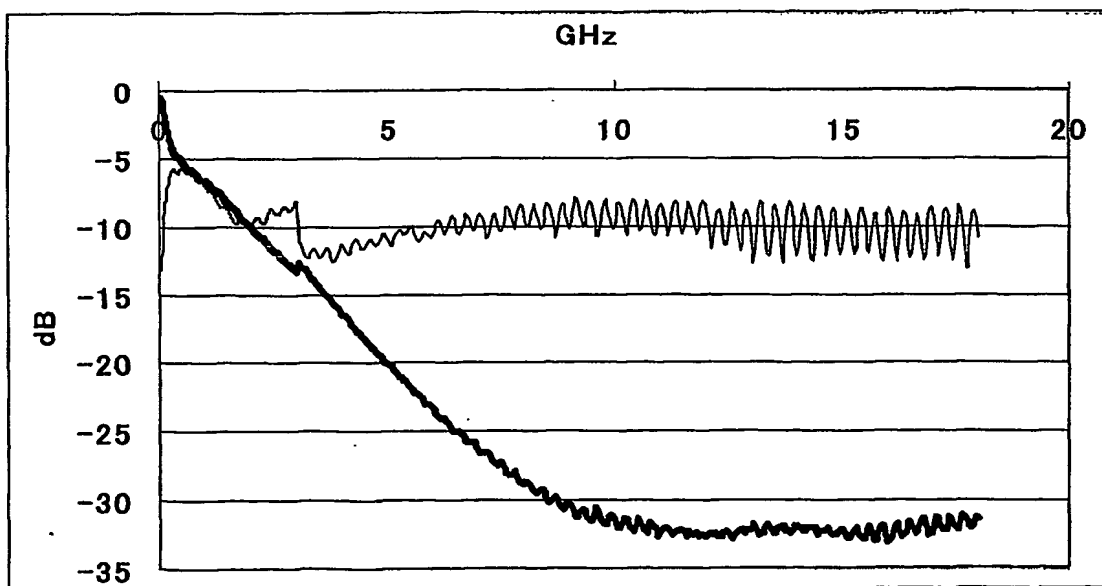


図 2 3



15/27

図 2 4

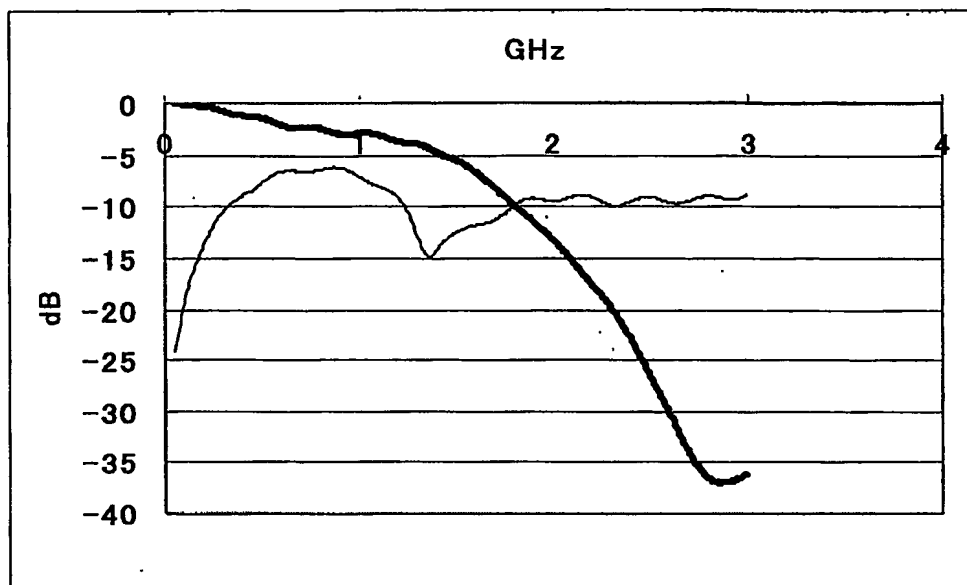
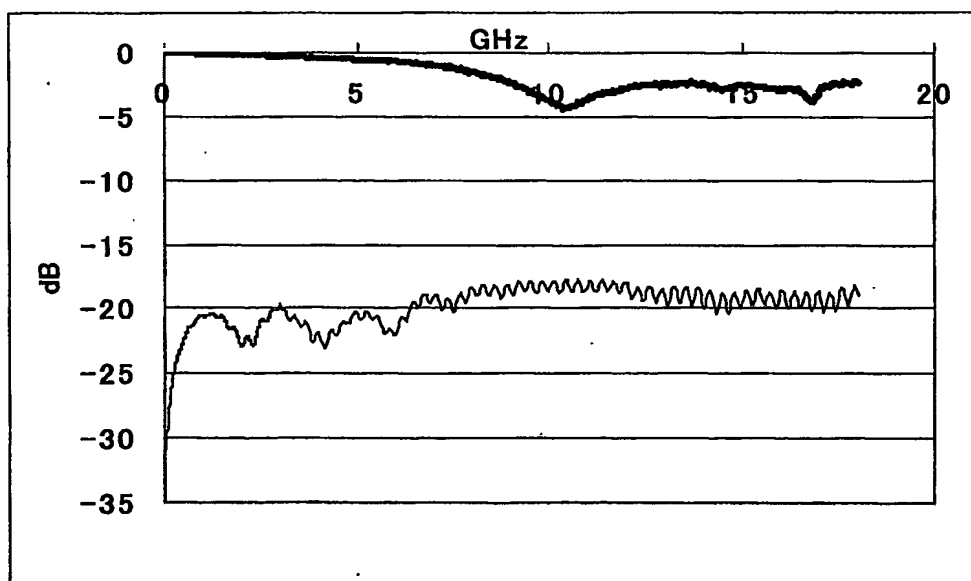
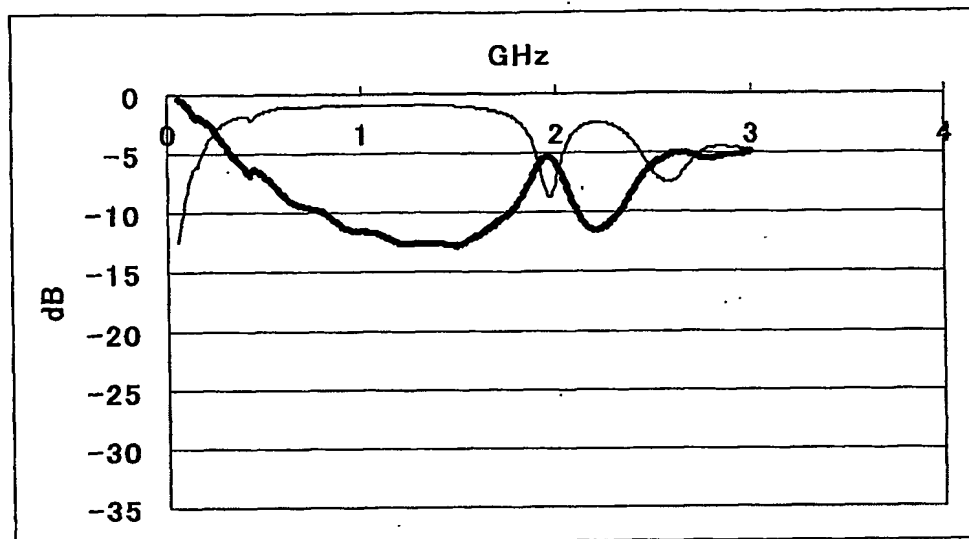


図 2 5



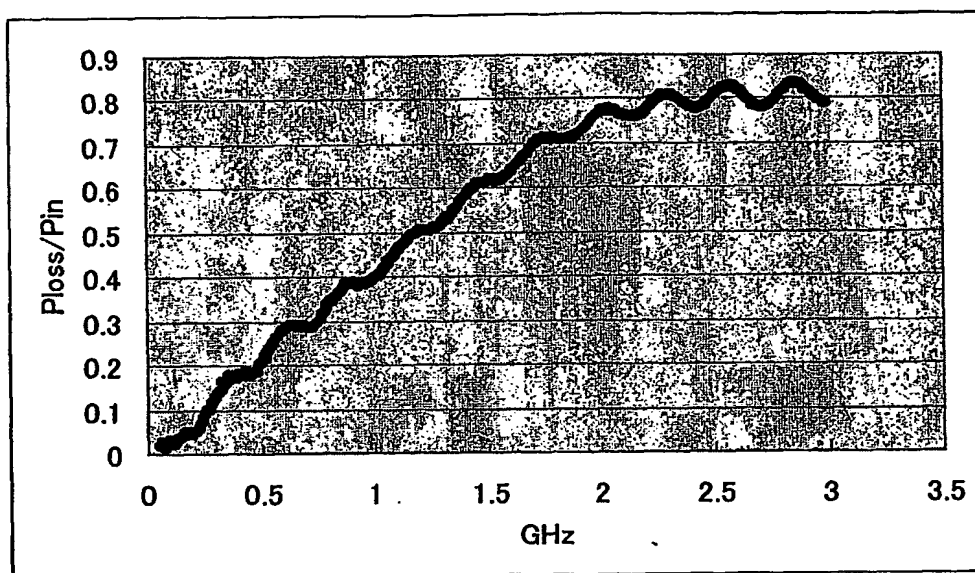
16/27

図 26



17/27

図 27



18/27

図 28

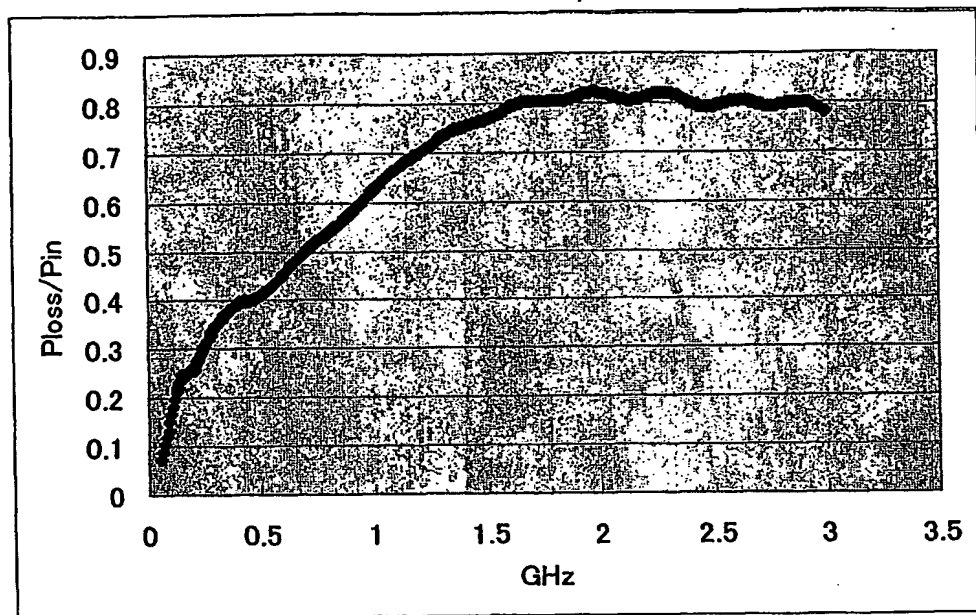
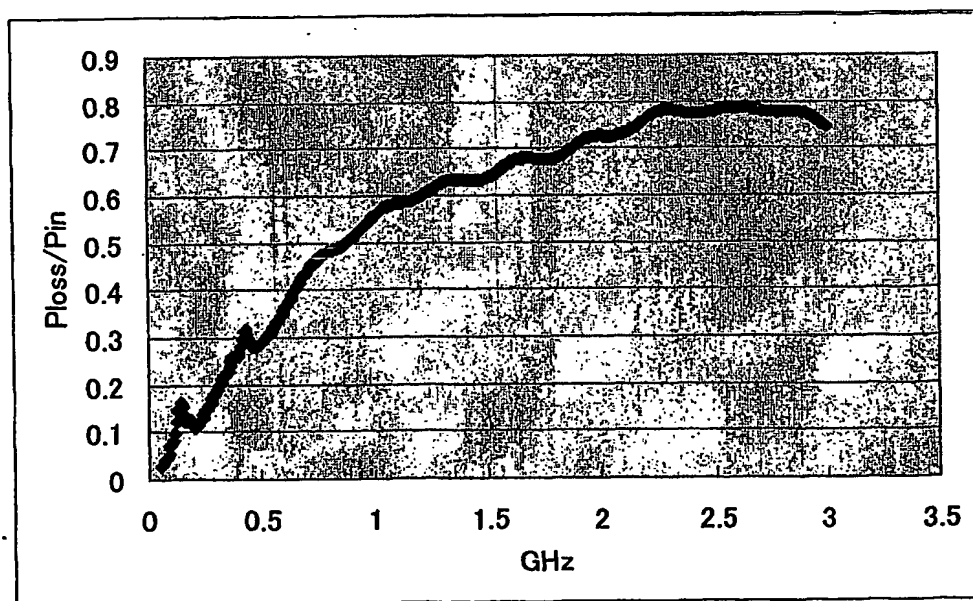


図 29



19/27

図 3 0

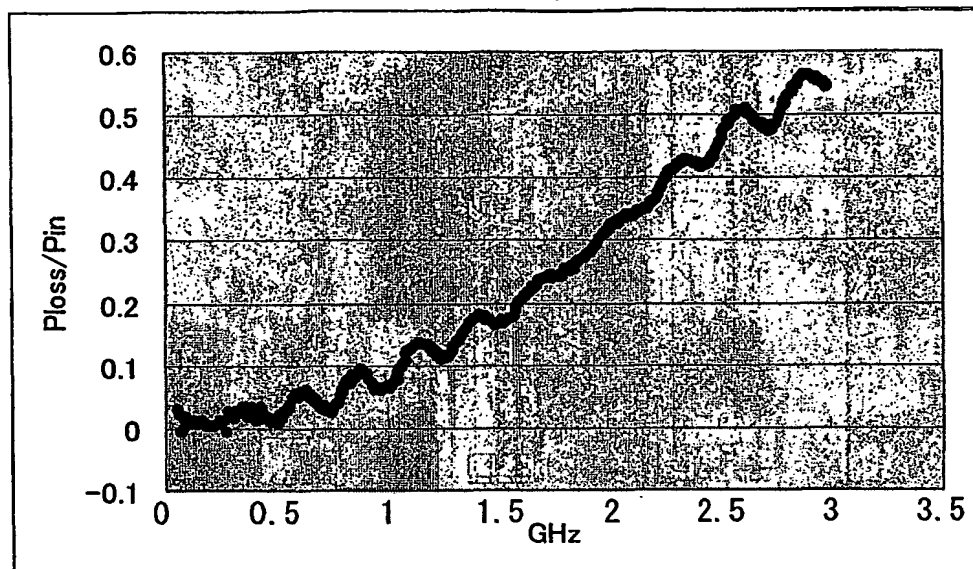
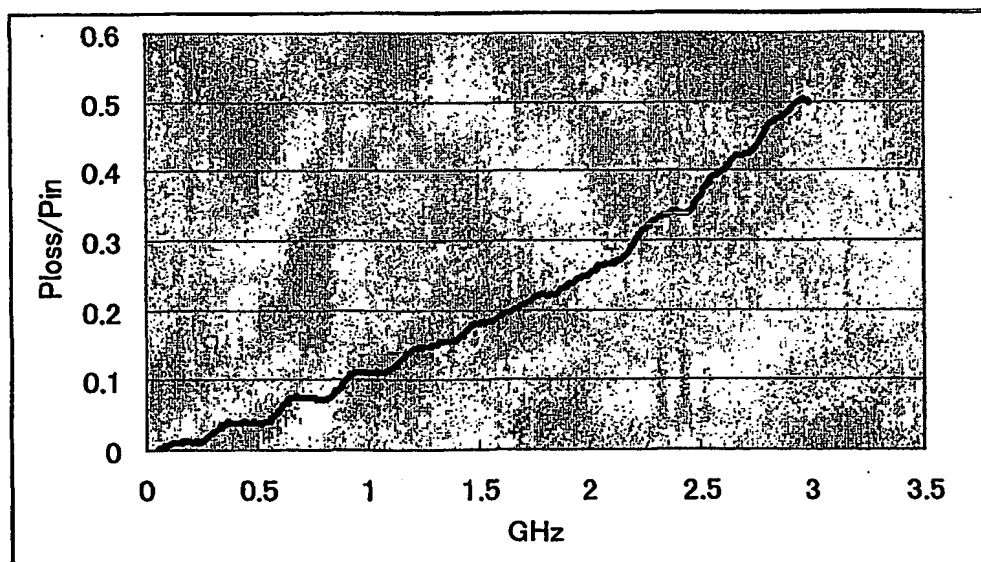
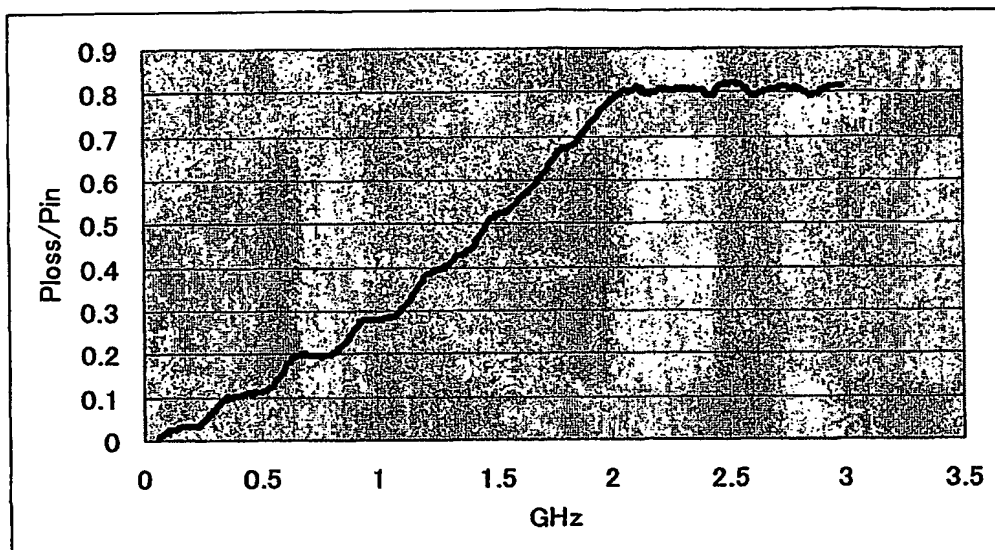


図 3 1



20/27

図 3 2



21/27

図 3 3

実施例 17 の MSL 測定

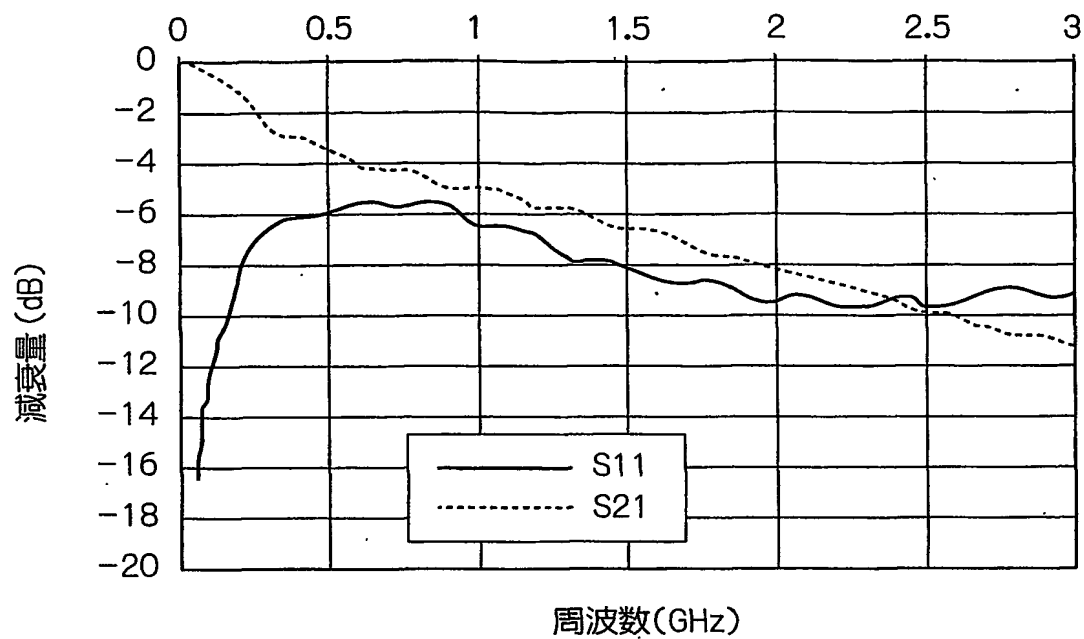
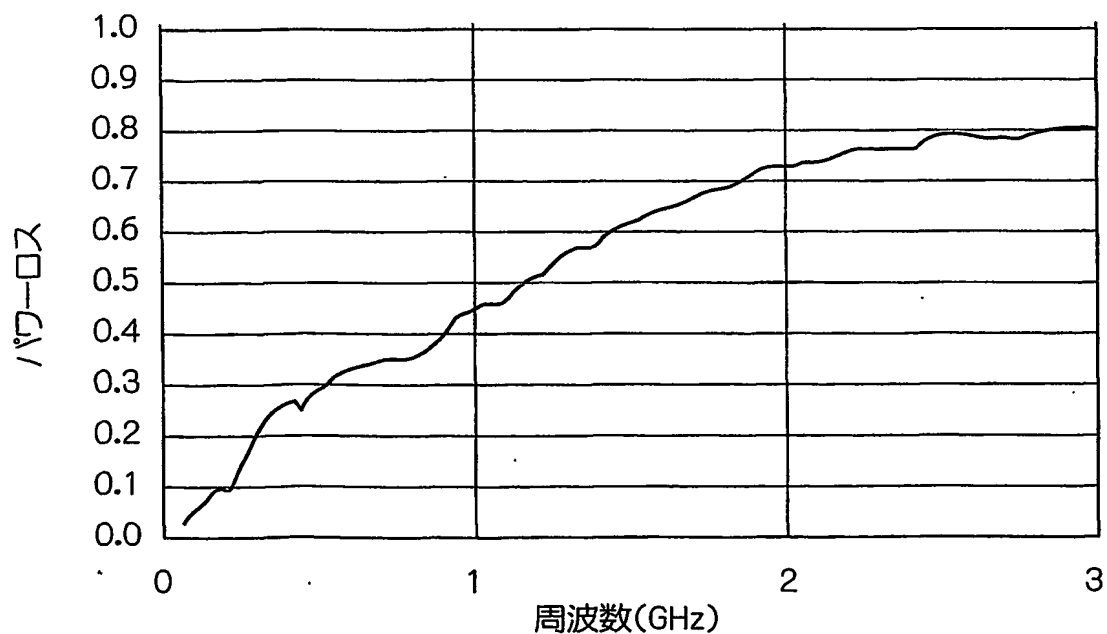


図 3 4

実施例 17 のパワーロス



22/27

図 3 5

実施例 18 の MSL 測定

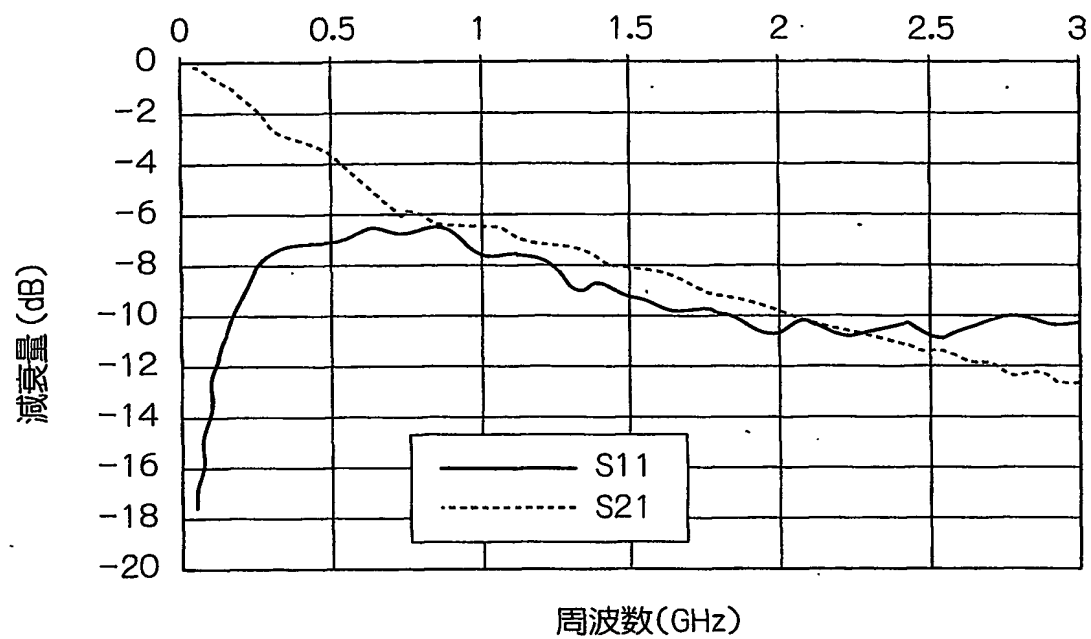
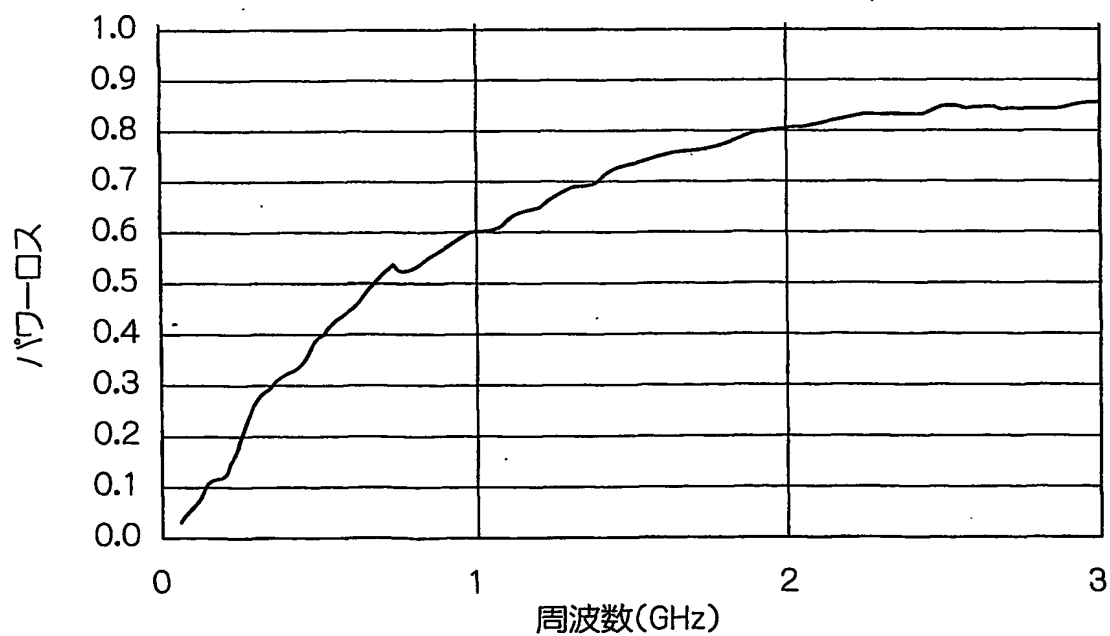


図 3 6

実施例 18 のパワーロス



23/27

図 3 7

実施例 19 の MSL 測定

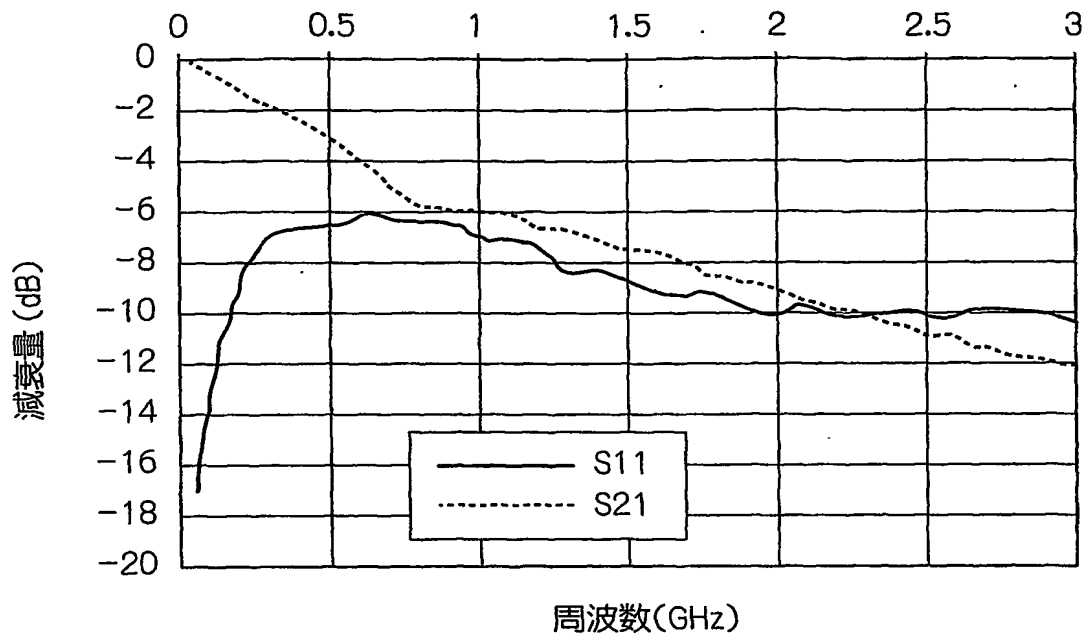
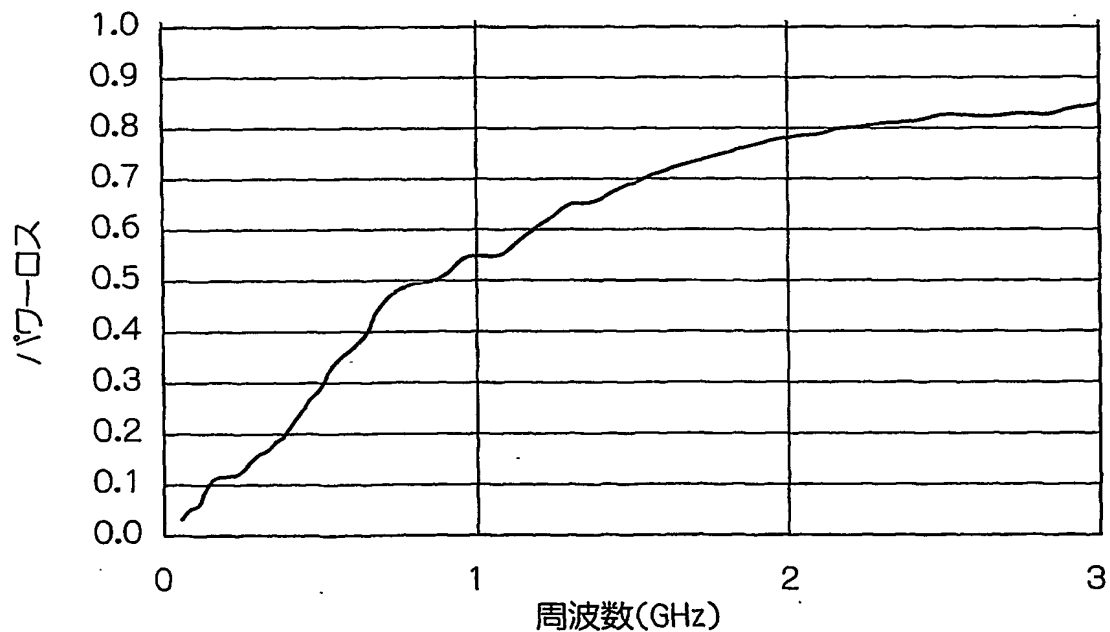


図 3 8

実施例 19 のパワーロス



24/27

図 3 9

実施例 20 の MSL 測定

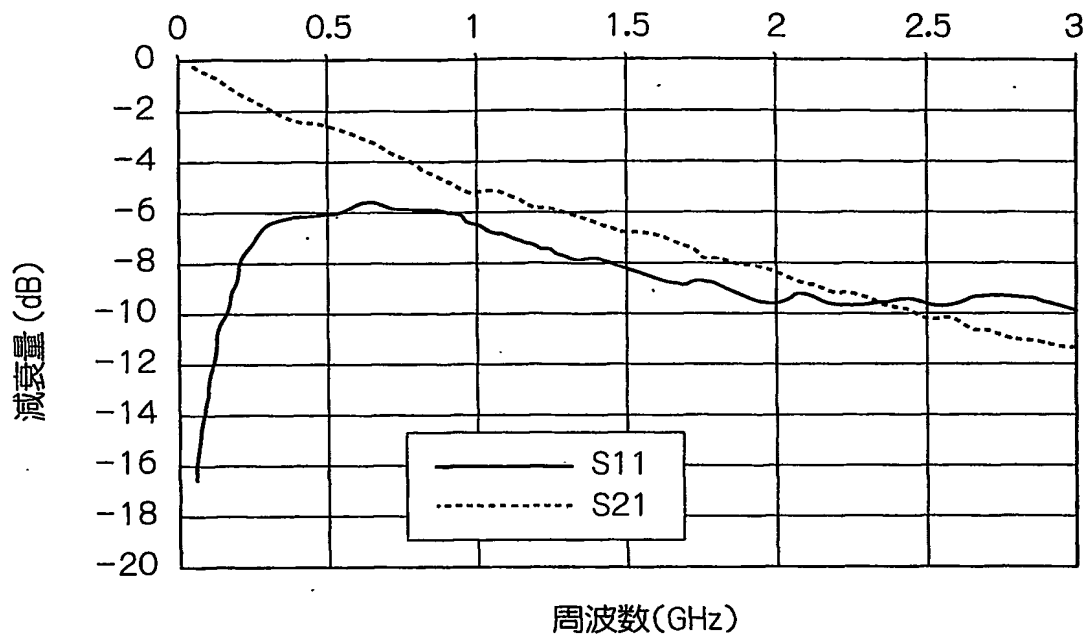
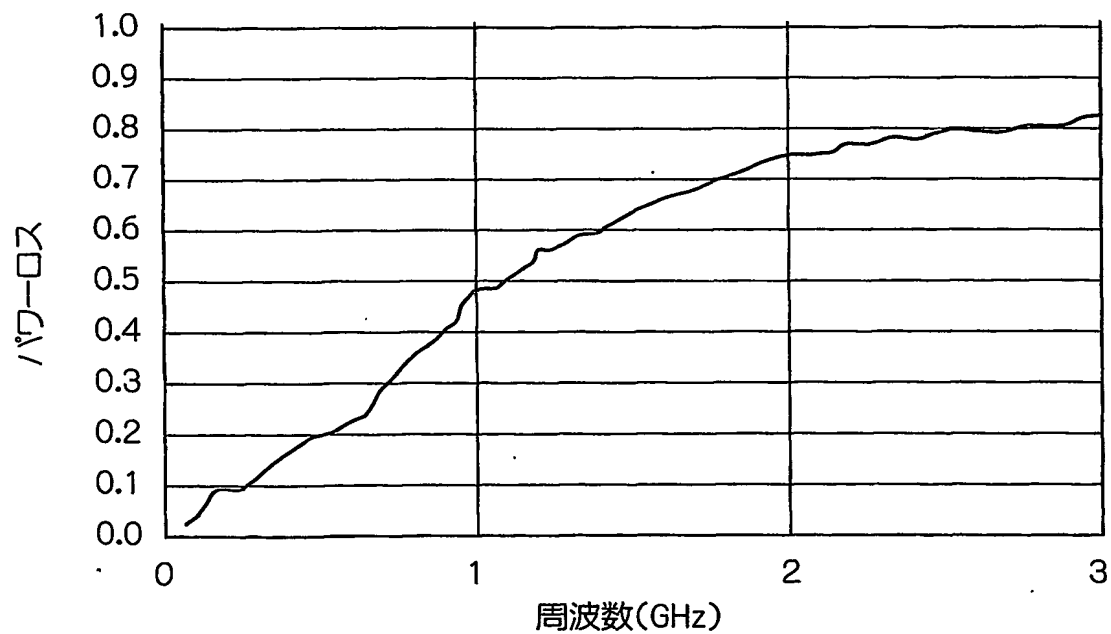


図 4 0

実施例 20 のパワーロス



25/27

図 4 1

比較例 11 の MSL 測定

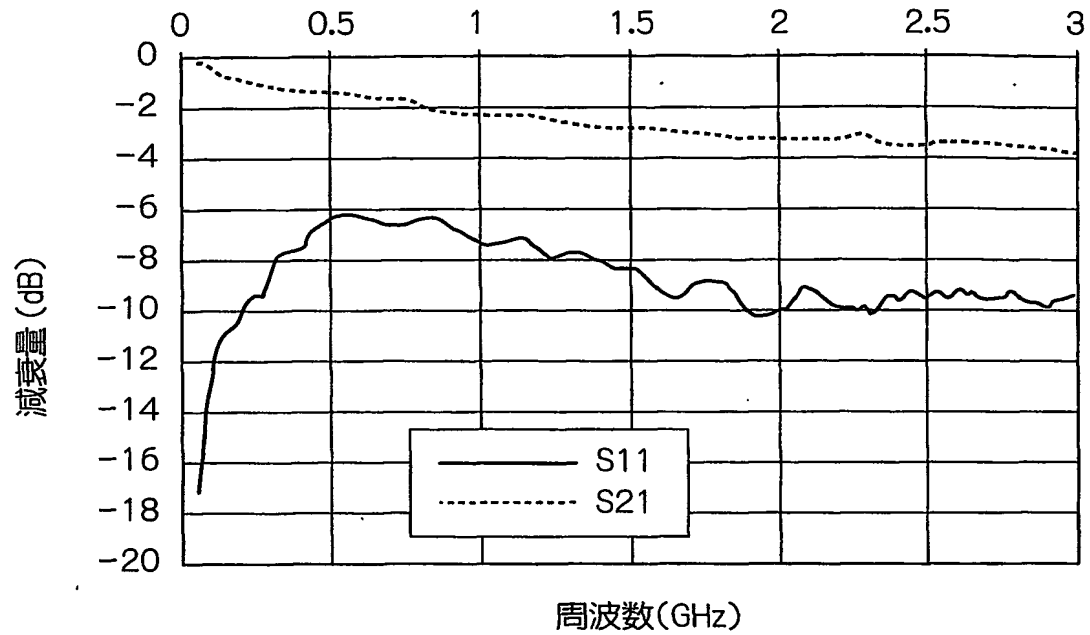
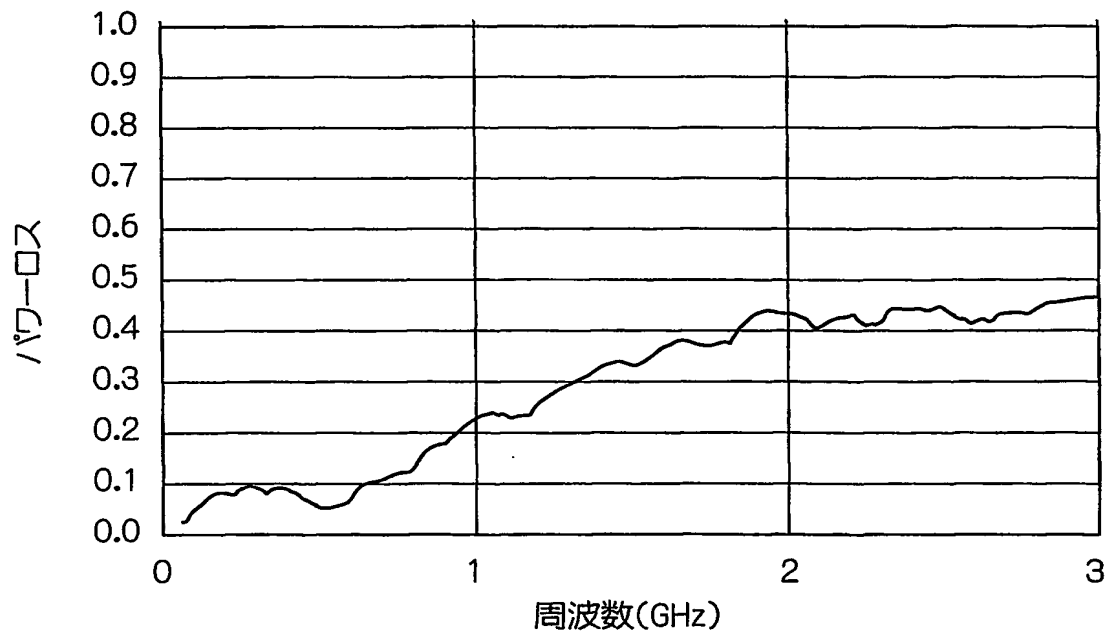


図 4 2

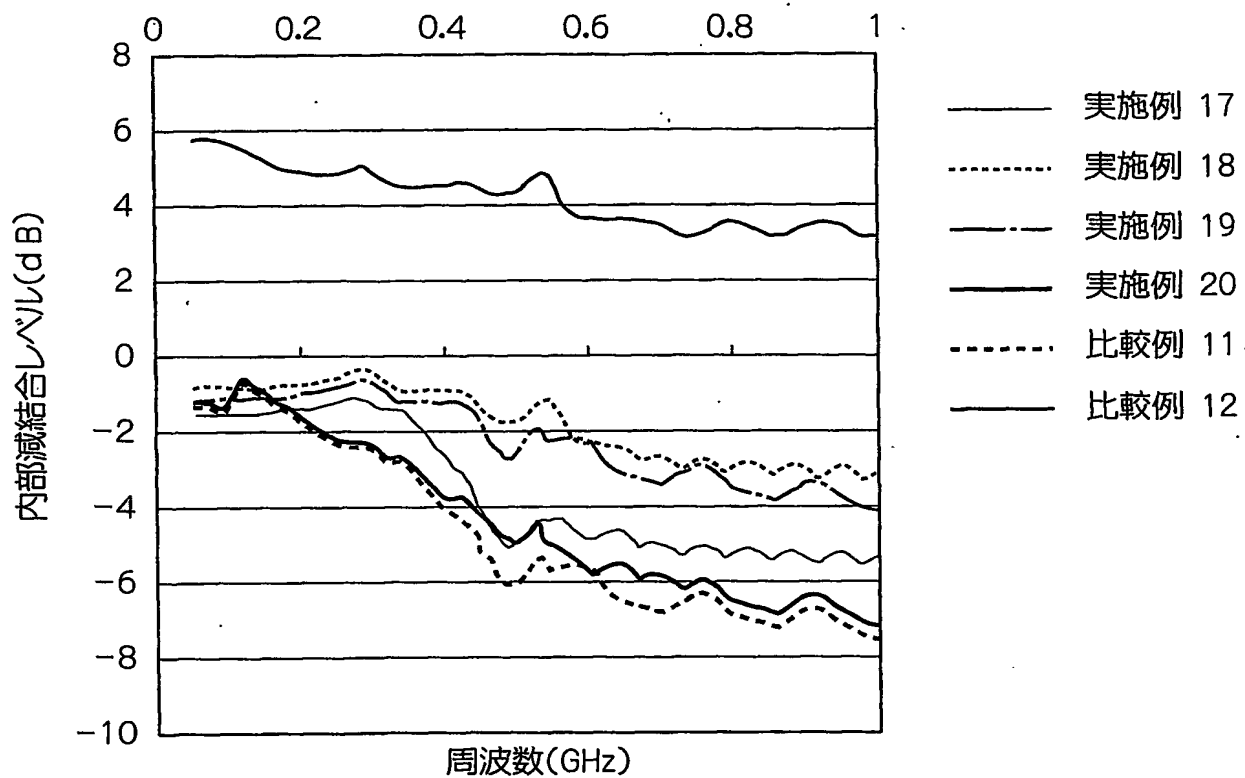
比較例 11 のパワーロス



26/27

図 4 3

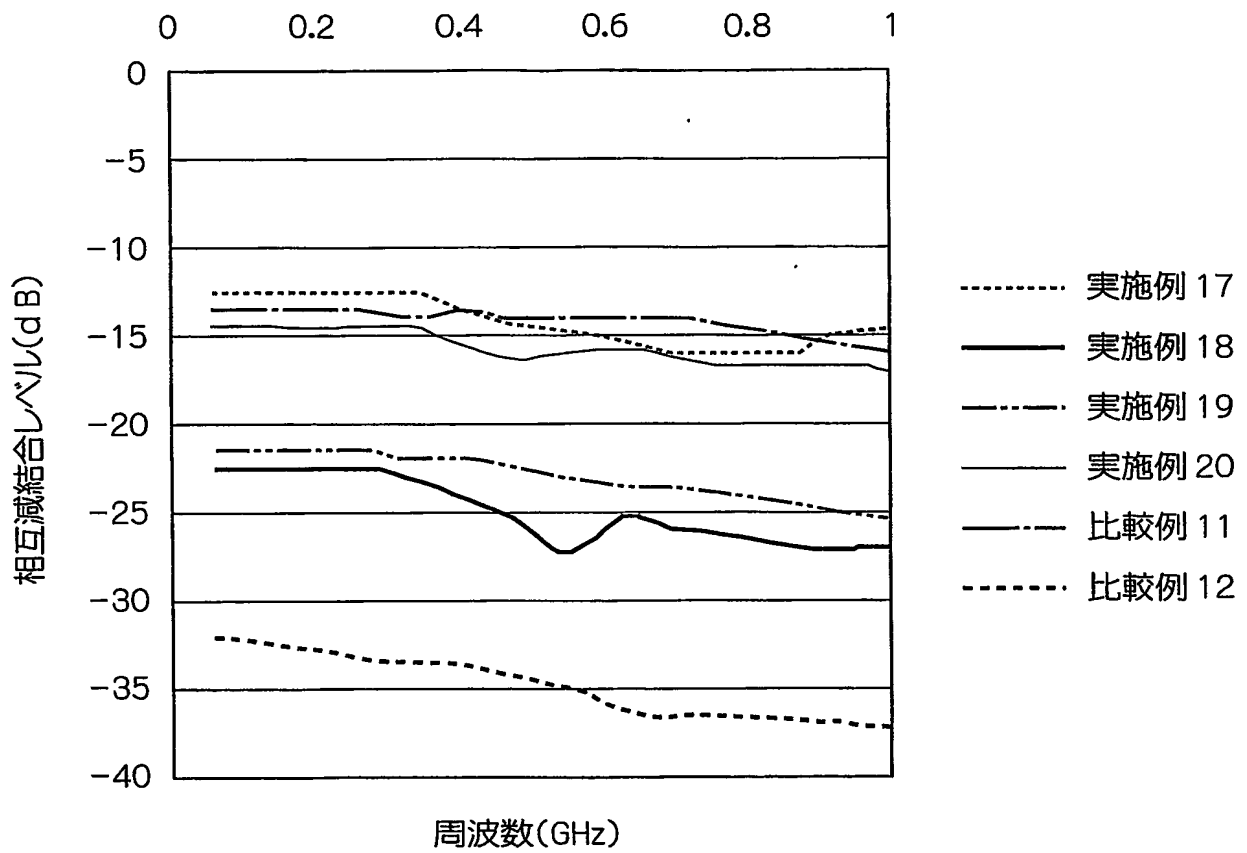
マイクロループアンテナ法の内部減結合量 (0.05 ~ 1GHz)



27/27

図 4 4

マイクロループアンテナ法の相互減結合量 (0.05 ~ 1GHz)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003951

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H05K9/00, H01F1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H05K9/00, H01F1/00-1/375, H01Q17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-------------------------|
| X | JP 2001-308574 A (Tokin Corp.), 02 November, 2001 (02.11.01), Par. Nos. [0057], [0058] (Family: none) | 1, 2, 14-16, 29, 30 |
| X | JP 9-115708 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 02 May, 1997 (02.05.97), Par. Nos. [0006], [0008]; Fig. 1 (Family: none) | 1 |
| X | JP 5-183285 A (Kabushiki Kaisha Toyama Parts), 23 July, 1993 (23.07.93), Par. Nos. [0006], [0007] (Family: none) | 1, 2, 15, 16, 29, 30 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 June, 2004 (18.06.04)

Date of mailing of the international search report
06 July, 2004 (06.07.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003951

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| E, X | JP 2003-115692 A (TDK Corp.), 18 April, 2003 (18.04.03), Par. Nos. [0022], [0024] (Family: none) | 1, 2, 14, 29, 30 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003951

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

| | |
|---|-----------------------------|
| Invention 1: Claims 1, 2, 14-16, 29, 30 | Invention 2: Claims 3-5 |
| Invention 3: Claim 6 | Invention 4: Claims 7-10 |
| Invention 5: Claim 11 | Invention 6: Claim 12 |
| Invention 7: Claim 13 | Invention 8: Claim 17 |
| Invention 9: Claim 18 | Invention 10: Claim 19 |
| Invention 11: Claim 20 | Invention 12: Claims 21, 22 |
| Invention 13: Claims 23-26 | Invention 14: Claims 27, 28 |
| Invention 15: Claim 31 | Invention 16: Claim 32 |
| Invention 17: Claim 33 | Invention 18: Claims 34-43 |
| Invention 19: Claim 44 | |

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 2, 14-16, 29, 30

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05K9/00, H01F1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05K9/00, H01F1/00-1/375, H01Q17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1926-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|---------------------------|
| X | JP 2001-308574 A (株式会社トーキン) 2001. 11. 02 段落【0057】、【0058】 (ファミリーなし) | 1, 2, 14-16, 29, 30 |
| X | JP 9-115708 A (日本電信電話株式会社) 1997. 05. 02 段落【0006】、【0008】、第1図 (ファミリーなし) | 1 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 18. 06. 2004

国際調査報告の発送日 06. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 川内野 真介

3S 3022

電話番号 03-3581-1101 内線 3351

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| 発明1 : 請求の範囲 1, 2, 14-16, 29, 30 | 発明2 : 請求の範囲 3-5 |
| 発明3 : 請求の範囲 6 | 発明4 : 請求の範囲 7-10 |
| 発明5 : 請求の範囲 11 | 発明6 : 請求の範囲 12 |
| 発明7 : 請求の範囲 13 | 発明8 : 請求の範囲 17 |
| 発明9 : 請求の範囲 18 | 発明10 : 請求の範囲 19 |
| 発明11 : 請求の範囲 20 | 発明12 : 請求の範囲 21, 22 |
| 発明13 : 請求の範囲 23-26 | 発明14 : 請求の範囲 27, 28 |
| 発明15 : 請求の範囲 31 | 発明16 : 請求の範囲 32 |
| 発明17 : 請求の範囲 33 | 発明18 : 請求の範囲 34-43 |
| 発明19 : 請求の範囲 44 | |

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 1, 2, 14-16, 29, 30

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

| C (続き) 関連すると認められる文献 | | |
|---------------------|--|----------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X | JP 5-183285 A (株式会社富山パーツ) 1993.07.23 段落【0006】，【0007】 (ファミリーなし) | 1, 2, 15, 16, 29, 30 |
| EX | JP 2003-115692 A (ティーディーケイ株式会社) 2003.04.18 段落【0022】，【0024】 (ファミリーなし) | 1, 2, 14, 29, 30 |